

SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS INTERNAS EN UN RECINTO
CERRADO

JUAN ESTEBAN DAZA URIBE
CARLOS EDUARDO NEVADO MORA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2024

SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS INTERNAS EN UN RECINTO
CERRADO

JUAN ESTEBAN DAZA URIBE
CARLOS EDUARDO NEVADO MORA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

DIRECTOR
PhD. DAVID ALFREDO FUENTES DÍAZ
INGENIERO MECÁNICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2024

DEDICATORIA

A Dios, por todo cuanto se le pueda agradecer.

A mis padres, por guiarme siempre y por su esfuerzo constante en proveer lo necesario para mí y para mis hermanas. Su amor y dedicación han sido mi mayor fortaleza.

A mis hermanas, por apoyarme cuando más lo necesité. Su compañía y aliento han sido fundamentales en mi camino.

A mi familia, por cada uno de esos valiosos consejos que me han formado en la persona que soy hoy. Su sabiduría y cariño me han guiado siempre.

A la familia Bonilla León, por acogerme y hacerme sentir uno de los suyos durante mi estancia en Bucaramanga. Los llevo en el corazón con profundo agradecimiento.

A mis amigos, por tantas aventuras compartidas y horas de estudio juntos. Su amistad ha hecho de esta etapa una experiencia inolvidable.

Al profesor David Fuentes, por su ardua labor y su paciencia al enseñarnos a programar. Su dedicación y pasión por la enseñanza han sido una fuente de inspiración.

A cada una de las personas que hicieron su aporte en mi crecimiento personal durante mi vida universitaria. Sus contribuciones han sido invaluable para mi desarrollo.

CARLOS EDUARDO NEVADO MORA

Dedico este trabajo a mi familia, cuya paciencia, amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza para superar cada desafío en este camino. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia; a mis hermanos, por ser mi fuente constante de motivación y alegría.

A mis amigos, por su compañerismo y por estar siempre dispuestos a ofrecer una palabra de aliento en los momentos difíciles. Su amistad ha sido un pilar fundamental a lo largo de este proceso. A mis profesores y mentores, por su dedicación y por compartir su vasto conocimiento. Su guía ha sido esencial para el desarrollo de este proyecto y para mi crecimiento personal y profesional.

Finalmente, a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo, les extiendo mi más sincero agradecimiento. Su apoyo y confianza han sido invaluable para alcanzar este logro.

JUAN ESTEBAN DAZA URIBE

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor David Alfredo Fuentes, nuestro director de trabajo de grado, por su invaluable guía y apoyo durante todo este proceso. Sus conocimientos y dedicación han sido fundamentales para la culminación exitosa de este proyecto.

A las respectivas familias correspondientes de cada uno de nosotros por siempre estar presentes en todo momento brindando apoyo incondicional. Con la ayuda de Dios todo es posible y esta no fue la excepción, grandes cosas nos deparara nuestro futuro gracias al esfuerzo dedicado por todos.

Las grandes experiencias que nos pudimos llevar siempre quedaran presentes en el corazón, junto a las personas que hicieron mucho más llevadera la vida universitaria. Gracias a la vida por brindarnos oportunidades de crecer como personas y como seres humanos.

Juan Esteban Daza Uribe
Carlos Eduardo Nevado Mora

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. GENERALIDADES	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GENERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. MARCO TEÓRICO	12
3.1 ANTECEDENTES	12
3.2 REFERENTES TEÓRICOS	13
3.2.1 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	13
3.2.2 CONFORT TÉRMICO	15
3.2.3 CONCEPTO FUNDAMENTAL DE CARGAS TÉRMICAS	15
3.2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS	16
3.2.5 MÉTODO DE CÁLCULO	17
4. DESARROLLO	18
4.1 RECOPIACIÓN Y REGISTRO EN MICROSOFT SQL SERVER DE LAS ESTRUCTURAS Y BASES DE DATOS PARA ALMACENAR LAS CARGAS TÉRMICAS INTERIORES CORRESPONDIENTES A LAS PERSONAS, EQUIPOS Y LUCES	18
4.2 DESARROLLO EN VISUAL STUDIO (C#) DE LA INTERFAZ DE USUARIO PARA EL MANEJO DE INSERCIÓN, EDICIÓN Y USO DE LA BASE DE DATOS	20
4.2.1 MODELO	22
4.2.2 CONTROLADOR	24
4.2.3 VISTA	26
4.3 CREACIÓN DE MANUAL DE PROGRAMADOR Y DE USUARIO	26

4.3.1	MANUAL PARA EL PROGRAMADOR	26
4.3.2	MANUAL PARA EL USUARIO.....	29
4.4	EJEMPLO PRACTICO	32
4.4.1	PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.....	33
4.4.2	INTERFAZ “CARGAS PERSONAS”	36
4.4.3	INTERFAZ ‘CARGAS EQUIPOS’.....	36
4.4.4	INTERFAZ ‘CARGAS ELECTRODOMÉSTICOS’	38
4.4.5	INTERFAZ ‘CARGAS MOTORES’	39
	CONCLUSIONES	40
	BIBLIOGRAFIA	41
	ANEXOS	42

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Funcionamiento esquemático de un sistema de aire acondicionado.	14
Figura 2. Transcripción del anexo L “CLF para equipos con campana” de las presentaciones de clase del profesor David Fuentes a formato Excel.....	18
Figura 3. Listado de tablas en SQL server	19
Figura 4. Diseño de tabla para “CLF equipos”	20
Figura 5. Distribución de la programación en VS.	21
Figura 6. Diagrama de flujo del funcionamiento del programa y su comunicación con la base de datos.	22
Figura 7. Código del modelo de la tabla “CLF equipos”.....	23
Figura 8. Controlador de la Interfaz de la tabla “CLF equipos”.....	24
Figura 9. Listado de procedimientos (programabilidad de las tablas) en SQL server.	25
Figura 10. Código del procedimiento “Insertar” de la tabla “CLF equipos” en SQL Server.	25
Figura 11. Interfaz de la tabla “CLF Equipos”.	26
Figura 12. Interfaz CLF equipos con los datos de la tabla 10. “CLF equipos con campana”.	27
Figura 13. Interfaz de la tabla “Ganancia de calor para motores eléctricos típicos”.	29
Figura 14. Archivos de la carpeta contenedora.....	30
Figura 15. Menú principal del programa.	30
Figura 16. Interfaz “Cargas personas”.	31
Figura 17. Ejemplo de cálculo.	32
Figura 18. Ejemplo de cálculo en el programa.	35
Figura 19. Interfaz ‘Cargas equipos’.....	37
Figura 20. Interfaz ‘Cargas electrodomésticos’.	39

LISTA DE ANEXOS

(Véase anexos adjuntos)

Anexo A. Clasificación A de luces.	42
Anexo B. Clasificación B de luces.	42
Anexo C. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 8 horas.	43
Anexo D. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 10 horas.	43
Anexo E. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 12 horas.	44
Anexo F. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 14 horas.	44
Anexo G. Ganancia de calor para Personas.	45
Anexo H. Ganancia de calor para personas en actividad metabólica.	45
Anexo I. Cargas enfriamiento personas.	46
Anexo J. Ganancias de calor de los electrodomésticos 1.	46
Anexo K. Ganancias de calor de los electrodomésticos 2.	46
Anexo L. CLF para equipos con campana.	47
Anexo M. CLF para equipos sin campana.	47
Anexo N. Ganancia de calor para implementos de Hospitales.	48
Anexo O. Ganancia de calor para implementos de Laboratorios.	48
Anexo P. Ganancia de calor para Tabletetas.	49
Anexo Q. Ganancia de calor para Computadores.	49
Anexo R. Ganancia de calor para Impresoras.	50
Anexo S. Ganancia de calor para Monitores.	51
Anexo T. Ganancia de calor para Misceláneos.	51
Anexo U. Ganancia de calor para motores eléctricos típicos.	52
Anexo V. Factor Balastro.	52

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Tabla “CLF equipos” en la Base de datos en SQL Server.	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 2. Selección de un registro del anexo L."CLF equipos con campana";	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 3. Factor Balastro usado.	33
Cuadro 4. Clasificación "A" factor.	33
Cuadro 5. Factor de Clasificacion "B"	34
Cuadro 6. Factor de CLF para luces encendidas por 10 horas.....	34

RESUMEN

TÍTULO: SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS INTERNAS EN UN RECINTO CERRADO

AUTORES: CARLOS EDUARDO NEVADO MORA, JUAN ESTEBAN DAZA URIBE**

PALABRAS CLAVE: Programación, software, Cargas térmicas internas, Aire acondicionado, diseño.

DESCRIPCIÓN: En el ámbito estudiantil del área de ingeniería mecánica, a menudo es necesario realizar cálculos que, aunque no sean muy complicados, pueden ser extensos. Esto puede llevar a cometer errores en el resultado final o a invertir mucho tiempo en su realización. En el diseño de sistemas de aire acondicionado o climatización, es fundamental determinar el calor total a extraer de un recinto o lugar para alcanzar una temperatura deseada. Este cálculo se divide en cargas térmicas internas y externas. Nos enfocaremos en las cargas internas, que incluyen factores como el número de personas presentes, la cantidad de equipos electrónicos en uso, las infiltraciones de aire, la iluminación y las aplicaciones específicas. Para facilitar este proceso, sin perder de vista el entendimiento del porqué y cómo se llegan a los resultados, proponemos la programación de estas operaciones en un software que identifique y utilice datos correspondientes a las características dadas. Las tablas parametrizadas con valores promedio, respaldadas por la norma ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado), permiten obtener aproximaciones estacionarias de los resultados, ya que, en la práctica, dichos valores varían con el tiempo. Este proyecto está orientado hacia un enfoque académico más que comercial, permitiendo a los estudiantes y profesores de la Universidad Industrial de Santander optimizar el tiempo dedicado a sus clases. La implementación de este software no solo reducirá el margen de error en los cálculos, sino que también liberará tiempo valioso para el análisis y la comprensión de los principios detrás de los sistemas de climatización. Al utilizar herramientas tecnológicas avanzadas, buscamos mejorar la eficiencia y precisión en el aprendizaje y la aplicación de conceptos de ingeniería mecánica, contribuyendo así al desarrollo académico de la institución.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: David Alfredo Fuentes Diaz. Ingeniero Mecánico.

ABSTRACT

TITLE: SOFTWARE FOR CALCULATION OF INTERNAL THERMAL LOADS IN A CLOSED ENCLOSURE

AUTHOR: CARLOS EDUARDO NEVADO MORA, JUAN ESTEBAN DAZA URIBE**

KEYWORDS: Programming, software, internal thermal loads, air conditioning, design.

DESCRIPTION: In the academic realm of mechanical engineering, it is often necessary to perform calculations that, while not very complicated, can be extensive. This can lead to errors in the final result or require a significant amount of time to complete. In the design of air conditioning or HVAC systems, it is essential to determine the total heat to be removed from a space to reach a desired temperature. This calculation is divided into internal and external thermal loads. We will focus on internal loads, which include factors such as the number of people present, the amount of electronic equipment in use, air infiltration, lighting, and specific applications.

To facilitate this process, without losing sight of understanding the why and how of the results, we propose programming these operations into software that identifies and uses data corresponding to given characteristics. Parameterized tables with average values, backed by the ASHRAE standard (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), allow for stationary approximations of the results, since, in practice, these values vary over time. This project is geared more towards an academic rather than a commercial approach, enabling students and professors at the Industrial University of Santander to optimize the time dedicated to their classes. The implementation of this software will not only reduce the margin of error in calculations but also free up valuable time for analyzing and understanding the principles behind HVAC systems. By utilizing advanced technological tools, we aim to improve the efficiency and accuracy in the learning and application of mechanical engineering concepts, thereby contributing to the academic development of the institution.

*Degree work

**Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of mechanical Engineering. Director: David Alfredo Fuentes Diaz.
Mechanical Engineer

INTRODUCCIÓN

Los trabajos de diseño mecánico abarcan una gran variedad de aplicaciones cotidianas en nuestra vida diaria como lo son los sistemas de aire acondicionado. Dentro de su diseño, se deben tener en cuenta muchos factores que afectan su consumo energético, eficiencia y eficacia del mismo. Las cargas térmicas juegan un papel importante a la hora de realizar distintos cálculos y tomar decisiones, sin embargo, la tarea de realizar dichos cálculos no es tan sencilla como parece, ya que cualquier cosa que represente una fuente de calor añadido al sistema se debe tener en cuenta por más mínimo que parezca. Dichas cargas térmicas van desde agujeros donde se presentan infiltraciones de aire, hasta maquinarias y tecnologías.

Históricamente, estos cálculos se realizaban manualmente, lo que resultaba en un proceso laborioso y propenso a errores. Sin embargo, con los avances tecnológicos, ha habido un creciente desarrollo de herramientas de software que automatizan y mejoran la precisión de estos cálculos. Motivados por esta necesidad y el deseo de contribuir al campo de la eficiencia energética, hemos desarrollado nuestro propio software para el cálculo de cargas térmicas internas.

En este trabajo de grado, presentamos el desarrollo y la implementación de nuestro software, detallando sus características, funcionalidades y los algoritmos empleados. El software está diseñado para ser intuitivo y accesible, permitiendo a los usuarios realizar cálculos precisos de cargas térmicas de manera rápida y eficiente. Se describe el proceso de desarrollo, desde la concepción inicial hasta la implementación final, así como las pruebas realizadas para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos. Además, se muestran ejemplos prácticos de aplicación del software en escenarios reales, demostrando su utilidad y beneficios en el diseño de sistemas de climatización.

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La climatización y refrigeración de espacios es fundamental en diversos sectores de la industria, la construcción y la vida cotidiana, garantizar un ambiente térmico adecuado es esencial para la comodidad, la salud y la eficiencia energética. En la universidad industrial de Santander, el programa de Ingeniería Mecánica ofrece una serie de cursos que son electivos, dichos cursos están disponibles cuando el estudiante está culminando el programa de ingeniería. Entre los cursos mencionados anteriormente se encuentra el de refrigeración y aire acondicionado, el cual se enseñan los conocimientos básicos para diseñar un sistema que permita garantizar un ambiente térmico adecuado en un espacio determinado. Para lograrlo, es crucial calcular con precisión las cargas térmicas a las que estará expuesto un espacio en particular. Estas cargas se dividen en cargas externas, internas y solares.

Sin embargo, a pesar de la importancia de estos cálculos, existe una carencia de herramientas software de fácil acceso para realizar estimaciones en los recintos para el uso a nivel de la instrucción en pregrado. Las soluciones disponibles en el mercado son costosas, como por ejemplo el CYPECAD MEP con un costo de 9.998,00 € = 44'985.801,04 COP¹ aproximadamente. Además, la identificación manual de dichas cargas puede tomar mucho tiempo, ya que la información necesaria se encuentra tabulada en la gran cantidad de tablas que contiene la ASHRARE.

1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

En la actualidad, la enseñanza de la climatización y refrigeración en programas de ingeniería requiere herramientas eficientes y accesibles para la realización de cálculos precisos. La disponibilidad de software especializado es limitada debido a los altos costos y la complejidad de uso, lo cual representa un obstáculo significativo para los estudiantes y educadores.

Según la UNESUM en su revista científica², el uso de los software educativos facilitan el desarrollo de trabajo independiente del estudiante. El software educativo es una herramienta invaluable para el aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Estos programas suelen establecer conexiones clave que

¹ CYPE Ingenieros (2023). Fundamentals Handbook. Recuperado de <https://cype.com/es/producto/cypecad-mep>

² MALDONADO, kirenia. "Software educativo y su importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje". Revista científica. 2020

constituyen la base de la información que transmiten. Esto a menudo lleva a los educadores a considerar que el proceso metodológico para la formación del conocimiento, el desarrollo de habilidades y la realización de actividades está completo. Como resultado, después de presentar el modelo proporcionado por estos medios, los docentes tienden a enfocarse en la consolidación del contenido.

Para este proyecto, el concebir y desarrollar una herramienta software de bajo costo permite a los estudiantes afianzarse más con los temas a tratados mejorando así la eficiencia del proceso educativo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un software para la identificación de cargas térmicas internas en un recinto cerrado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar y registrar en Microsoft SQL server las estructuras y bases de datos para almacenar las cargas térmicas interiores correspondientes a las personas, equipos y luces.

Desarrollar en Visual Studio (C#) la interfaz de usuario para el manejo de inserción, edición y uso de la base de datos.

Desarrollar el manual de usuario y de programador del sistema desarrollado.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ANTECEDENTES

En la revisión de antecedentes a nivel regional, departamental, nacional e internacional, se encontraron tres (3) concordancias que pueden llegar a aportar conceptos y diferentes puntos de vista a nuestro proyecto.

Álvarez gallegos, Alex Santiago Estévez Cuenca, Edison Fernando. Dimensionamiento de ductos de ventilación y cálculo de cargas térmicas en edificaciones estándar mediante el desarrollo de un software. Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero mecánico. Escuela politécnica nacional. Quito, Ecuador. 2016.

En este proyecto se han desarrollado dos programas utilizando Visual Studio 2010. El primero, una biblioteca para AutoCAD 2012, se centra en dimensionar ductos de ventilación mecánica, permitiendo al usuario especificar parámetros como material, caudal y densidad del aire. El segundo software calcula cargas térmicas de enfriamiento para aire acondicionado, permitiendo ingresar datos sobre diferentes fuentes de calor, y visualizar la carga de enfriamiento total por horas, ya sea por zonas o plantas.

Botero Villegas, Santiago Palacios Garnica, Peter Alexander. Software de cálculo de cargas térmicas internas para sistemas de aire acondicionado. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas. Universidad piloto de Colombia facultad de ingenierías. Bogotá, Colombia. 2017.

Este trabajo de grado se centra en el desarrollo de un software para Climaser S.A.S., enfocado en calcular cargas térmicas (C/T) y analizar el comportamiento del ambiente al usar aire acondicionado. El software busca contrarrestar los efectos del aire acondicionado para alcanzar la temperatura adecuada según el área cubierta. Además, incluye un sistema de inventario para el seguimiento de equipos, clientes y ventas de la empresa.

Sofía Sánchez Álvarez, María Pilar Castro García. Mejora del proceso enseñanza – aprendizaje a partir del empleo de un software diseñado en un trabajo fin de grado (TFG). Trabajo de grado para optar

al título de Ingeniero de recursos mineros y energéticos. Jornadas virtuales de colaboración y formación virtual USATIC. España. 2018.

Este trabajo tiene como objetivo mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos mediante un software diseñado durante un TFG. El software está destinado a la asignatura optativa "Tecnología Energética Sostenible y Eficiencia Energética", que se enfoca en las ventajas de las energías renovables. España, con su alta irradiación solar, busca reducir el consumo de petróleo y carbón, potenciando el aprovechamiento de la energía solar térmica.

3.2 REFERENTES TEÓRICOS

3.2.1 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

La funcionalidad de los sistemas de aire acondicionado es la extracción de calor de un determinado recinto mediante procesos de intercambio de calor, todo con la finalidad de llevar procesos a cabo que requieran temperaturas bajas relativas con respecto a la temperatura ambiente (Temperatura exterior)³. Dicho sistema para producir frío, se basan en la evaporación, proceso por el cual se hace circular cierta cantidad de aire en contacto con un fluido generando pérdida de calor; entre mayor sea la velocidad del aire, se acelera la transformación de vapor saturado.

La dirección del flujo de calor es del interior local hacia el exterior cediendo calor al sitio de mayor temperatura; este proceso es en contra a la tendencia natural del propio flujo⁴, todo para aprovechar las capacidades térmicas del refrigerante que suceden en su vaporización y condensación.

Unos de los parámetros más importantes a la hora de diseñar los sistemas de aire acondicionado es el cálculo de las cargas térmicas internas que intervienen en la cantidad que trabajo necesario a suministrar para cumplir con los estándares requeridos⁵. Entre estos esta la variedad de los materiales en que se

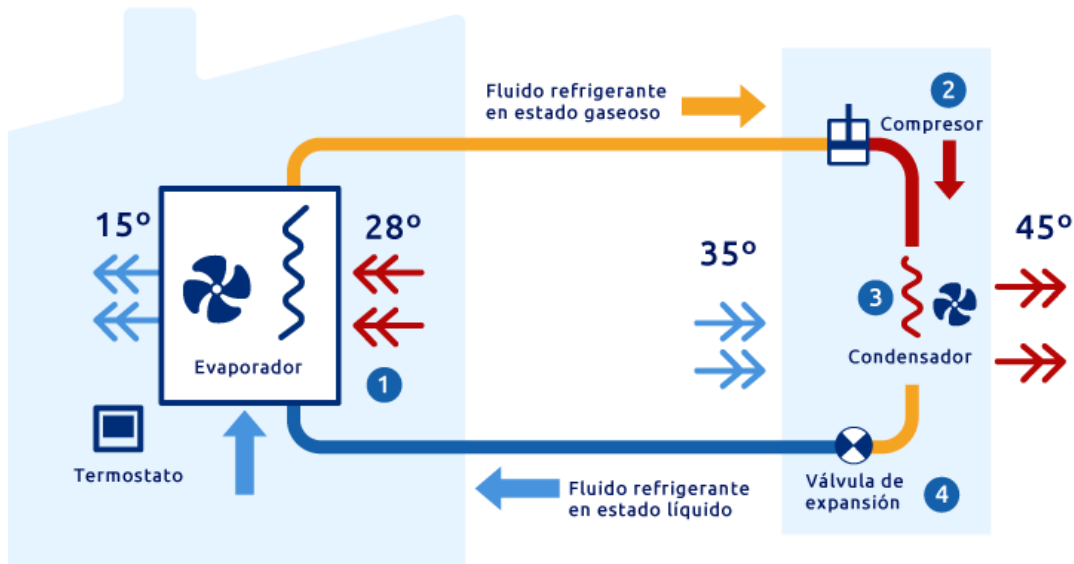
³ Tricomi, E. ABC del aire acondicionado. Marcombo. 1986

⁴ Quadri, N. P. Sistemas de aire acondicionado. TECNIBOOK EDICIONES. 2001

⁵ Botero, Villegas. "Software de cálculo de cargas térmicas para sistemas de aire acondicionado". Unipiloto. 2018

encuentra hecho el lugar en estudio, elementos generadores de calor como equipos de cómputo, luz eléctrica, personas, aplicaciones internas entre otros.

Figura 1. Funcionamiento esquemático de un sistema de aire acondicionado.



Fuente: Oscar Marín Gonzales. Preciogas “Tipos de aire acondicionado: ¿Cómo funcionan? ¿Cuál elegir?”. Disponible en: <https://preciogas.com/instalaciones/equipamiento/aire-acondicionado>

El ciclo de refrigeración en un sistema de aire acondicionado consta de cuatro etapas principales⁶ tal como se ve en la Figura 2.

1. La etapa de **evaporación** La unidad interior del aire acondicionado recoge el aire caliente de la estancia que, al pasar por el evaporador, cede su calor al refrigerante y se enfría. El aire enfriado es devuelto a la estancia mediante un ventilador. El refrigerante, ahora en estado gaseoso, es dirigido a otra parte del circuito para ser enfriado y repetir el proceso.
2. La etapa del **compresor** donde llega el gas caliente, se incrementa su presión y temperatura.
3. La etapa del **condensador** el gas caliente sale del compresor y llega al condensador, donde cede su calor al aire exterior, enfriándose y pasando a estado líquido.
4. Al final en la **válvula de expansión**, el refrigerante llega a una temperatura baja, pero aún no lo suficientemente fría para absorber el calor del aire de la estancia. La válvula de expansión reduce

⁶ GONZÁLES, Oscar. “Tipos de aire acondicionado: “¿Cómo funcionan los sistemas de aire acondicionado?” Preciogas. 2024

drásticamente su presión y temperatura, alcanzando así la temperatura ideal. El proceso se repite, y para su funcionamiento, es esencial un termostato que mida la temperatura y envíe órdenes a la placa electrónica de la unidad interior o split del aire acondicionado.

3.2.2 CONFORT TÉRMICO

El confort o bienestar térmico es la sensación de satisfacción con su temperatura donde no recurre ni el frío ni el calor. Dependiendo también de la ubicación donde se esté, las condiciones cambian según otros factores que influyen en la sensación como lo es la humedad relativa, las estaciones climáticas y preferencias sociales⁷. Los cambios abruptos de temperatura dan lugar a choques térmicos que pueden afectar nuestra salud provocando resfriados; el proceso de adaptación deberá ser progresivo ya que se puede percibir un cambio de tan solo 5°C a 10°C un tanto molesto.

Norma adaptada para la regulación y determinación analítica e interpretación de bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local ISO – 7730 y la ASHRAE Estándar 55⁸; indicadores de sensación de bienestar térmico global del cuerpo.

Sensación térmica neutra (PVM = 0)

Una sensación térmica de “Un poco de frío” (PVM entre 0 y -0.5)

Una sensación térmica de “Algo de calor” (PVM entre 0 y +0.5)

3.2.3 CONCEPTO FUNDAMENTAL DE CARGAS TÉRMICAS

Su concepto se radica directamente y está asociado con sistemas de climatización como calefacción y refrigeración. Es una unidad de energía térmica con la que se analiza la influencia de cierto objeto que produce calor por unidad de tiempo; si no se tuvieran en cuenta dentro del diseño

⁷ FLORENSA, Rafael. “Zona variable de confort térmico” Universidad Politécnica de Cataluña. 2002

⁸ HUMPHREYS, Michael. “Thermal Comfort Temperatures and the Habits of Hobbits: Comfort temperatures and climate” Article. 2015

de los sistemas de aire acondicionado, las condiciones de diseño no compensarían la necesidad requerida. Los procesos que actúan directamente cambian las condiciones de un ambiente cerrado, objetos y sujetos e incluso infiltraciones en el mismo espacio que ocasionan pérdidas de calor innecesarias para el control de la temperatura.⁹

3.2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Según la importancia de la confiabilidad y el impacto en el usuario, las cargas térmicas se dividen en tres categorías principales:

Cargas de primera categoría: Una breve interrupción en el suministro eléctrico puede ocasionar graves consecuencias para el usuario (riesgo de vida, daños en procesos de fabricación en masa, perjuicios en equipos costosos, centros hospitalarios, sistemas de transporte masivo, etc.). Estas cargas necesitan sistemas de alimentación alternativos con conmutación automática y plantas de emergencia.

Cargas de segunda categoría: En esta categoría se incluyen las cargas donde una interrupción breve (no mayor a 5 minutos) no causa problemas significativos para el usuario. Este grupo abarca fábricas medianas que no tienen procesos de fabricación complejos o delicados, aunque pueden provocar la inactividad de empleados y obreros.

Cargas de tercera categoría: Aquí se encuentran los consumidores que pueden tolerar una interrupción de hasta una hora sin mayores perjuicios, aunque con molestias considerables.

Además, las cargas térmicas se pueden clasificar según su naturaleza:

Cargas sensibles: Estas se relacionan con la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, incluyendo factores como la radiación térmica y la convección.

Cargas latentes: Estas se refieren al cambio de estado de la humedad del aire, como la evaporación y la condensación.

En el diseño de sistemas de climatización, es crucial tener en cuenta tanto las cargas sensibles como las latentes para dimensionar adecuadamente la capacidad de refrigeración o calefacción necesaria.

⁹ OTERO, Matero. “Evaluación ergonómica soportado por tic en laboratorios de metrología industrial” Artículo. 2017

3.2.5 MÉTODO DE CÁLCULO

El cálculo de cargas térmicas es el proceso de determinar la cantidad de calor que debe ser extraído o aportado a un espacio para mantener condiciones de confort. Sin climatización, la temperatura del espacio se iguala con la del ambiente exterior. Para mantener una temperatura diferente a la exterior, es necesario introducir o extraer calor, ya que el calor siempre fluye del cuerpo más caliente al más frío. Este proceso de transferencia de calor ocurre a través de paredes, suelos, ventanas y aire de ventilación.¹⁰

Se alcanza un equilibrio entre la potencia del equipo acondicionador y las transmisiones de calor a través de paredes, techo, etc., que tienden a igualar la temperatura inicial. La potencia térmica que entra o sale del espacio se denomina "pérdidas o ganancias de calor", y es necesario calcularla para determinar la potencia del equipo calefactor o climatizador. El total de calor necesario para mantener la temperatura deseada se llama "demanda térmica" del espacio, y se necesitan al menos tres datos fundamentales para calcularla.

- Condiciones **higrotérmicas interiores**: Dependen del uso del espacio y están basadas en la norma UNE-CR 1752, la norma UNE-EN ISO 7730 y el RITE. En viviendas, se utiliza el Código Técnico de la Edificación como referencia.
- Condiciones **higrotérmicas exteriores**: Dependen de la zona geográfica (fría o calurosa). Existen bases de datos, documentos oficiales y programas informáticos que registran sistemáticamente estas temperaturas.
- Condiciones de los **cerramientos y huecos del local**: Relacionadas con el aislamiento térmico del espacio.
- Condiciones de **ocupación de los espacios**: Incluyen el calendario y horarios de uso, el número de personas, la actividad que realizan y otras cargas internas.

¹⁰ ASHRAE. Handbook: Fundamentals. Biblioteca de Sevilla. Recuperado de: https://sarreplec.caib.es/pluginfile.php/22343/mod_resource/content/2/index.html. 2002

4. DESARROLLO

4.1 RECOPIACIÓN Y REGISTRO EN MICROSOFT SQL SERVER DE LAS ESTRUCTURAS Y BASES DE DATOS PARA ALMACENAR LAS CARGAS TÉRMICAS INTERIORES CORRESPONDIENTES A LAS PERSONAS, EQUIPOS Y LUCES

Para el desarrollo de este objetivo se consideraron tres fases fundamentales:

Fase 1: Recopilación de Datos

La primera fase implicó la tabulación de los datos necesarios para los cálculos del programa. Esta tarea se llevó a cabo mediante la transcripción de la información contenida en las presentaciones de clase del profesor David Fuentes, que se encontraban en formato PDF, a formatos utilizables en Microsoft Excel. Debido a la naturaleza del formato PDF, no fue posible copiar y pegar directamente la información; por tanto, se realizó una transcripción manual. Los datos tabulados abarcan los anexos designados de "A" a "V".

Figura 2. Transcripción del anexo L “CLF para equipos con campana” de las presentaciones de clase del profesor David Fuentes a formato Excel.

TABLA 10. CLF para equipos con campana

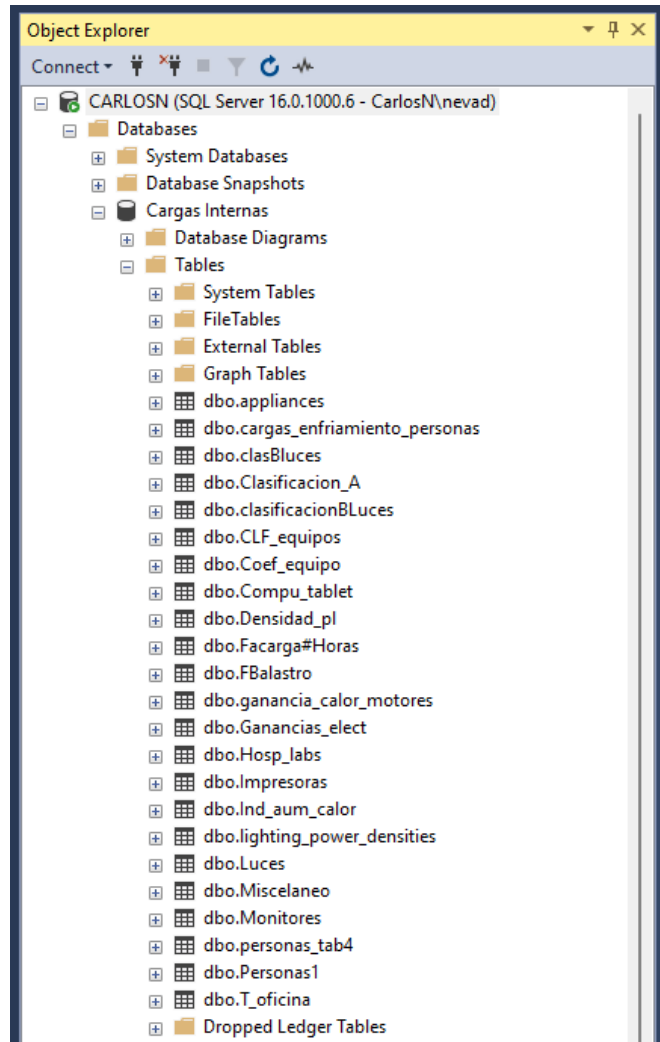
HORAS TOTALES DE OPERACIÓN	HORAS DESPUES DE ENCENDIDO																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,27	0,4	0,25	0,18	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,28	0,41	0,51	0,59	0,39	0,3	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
6	0,29	0,42	0,52	0,59	0,65	0,70	0,48	0,37	0,3	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
8	0,31	0,44	0,54	0,61	0,66	0,71	0,75	0,78	0,55	0,43	0,35	0,3	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06
10	0,33	0,46	0,55	0,62	0,68	0,72	0,76	0,79	0,81	0,84	0,60	0,48	0,39	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08
12	0,36	0,49	0,58	0,64	0,69	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,88	0,64	0,51	0,42	0,36	0,31	0,26	0,23	0,2	0,18	0,15	0,13	0,12
14	0,40	0,52	0,61	0,67	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,67	0,54	0,45	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,19	0,16
16	0,45	0,57	0,65	0,70	0,75	0,78	0,81	0,84	0,86	0,87	0,19	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,69	0,56	0,46	0,39	0,34	0,29	0,25	0,22
18	0,52	0,63	0,70	0,75	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,71	0,58	0,48	0,41	0,35	0,3

Fuente: Autores

Fase 2: Creación de Estructuras de Datos en SQL Server

Una vez recopilados y tabulados todos los datos en Microsoft Excel, el siguiente paso fue el diseño y la creación de una base de datos en SQL Server para almacenar dicha información. Esta fase incluyó la definición de las estructuras de datos y la implementación de tablas que contendrían la información en forma de registros.

Figura 3. Listado de tablas en SQL server



Fuente: Autores

Cada estructura de datos en la base de datos fue diseñada según el número de columnas necesarias para cada conjunto específico de datos. En algunos casos, varias tablas en Excel con estructuras similares se consolidaron en una sola tabla dentro de la base de datos, diferenciándose únicamente por un parámetro específico. Para distinguir entre los conjuntos de datos originales, se añadió una columna adicional que

indicaba a qué tabla se refería cada registro. Por ejemplo, para los anexos L y M, denominados "CLF equipos con campana" y "CLF equipos sin campana", respectivamente, se adoptó el siguiente diseño de tabla:

Figura 4. Diseño de tabla para “CLF equipos”

Column Name	Data Type	Allow Nulls
id	bigint	<input type="checkbox"/>
con_o_sin_campana	nvarchar(20)	<input type="checkbox"/>
horas_operacion	int	<input type="checkbox"/>
horas_encendido	int	<input type="checkbox"/>
resultado	real	<input type="checkbox"/>

Fuente: Autores

Las columnas están organizadas de la siguiente manera:

- **Id:** Número único para cada registro, con tipo de dato entero grande (bigint).
- **Con_o_sin_campana:** Parámetro que indica si el equipo tiene campana (corresponde al anexo L) o no (corresponde al anexo M), con tipo de dato cadena de texto (nvarchar).
- **Horas_operacion:** Parámetro utilizado para seleccionar el resultado, con tipo de dato entero (int).
- **Horas_encendido:** Parámetro utilizado para seleccionar el resultado, con tipo de dato entero (int).
- **Resultado:** Valor utilizado en los cálculos de las cargas térmicas, con tipo de dato racional (real).

Fase 3: Registro de los datos en la base de datos

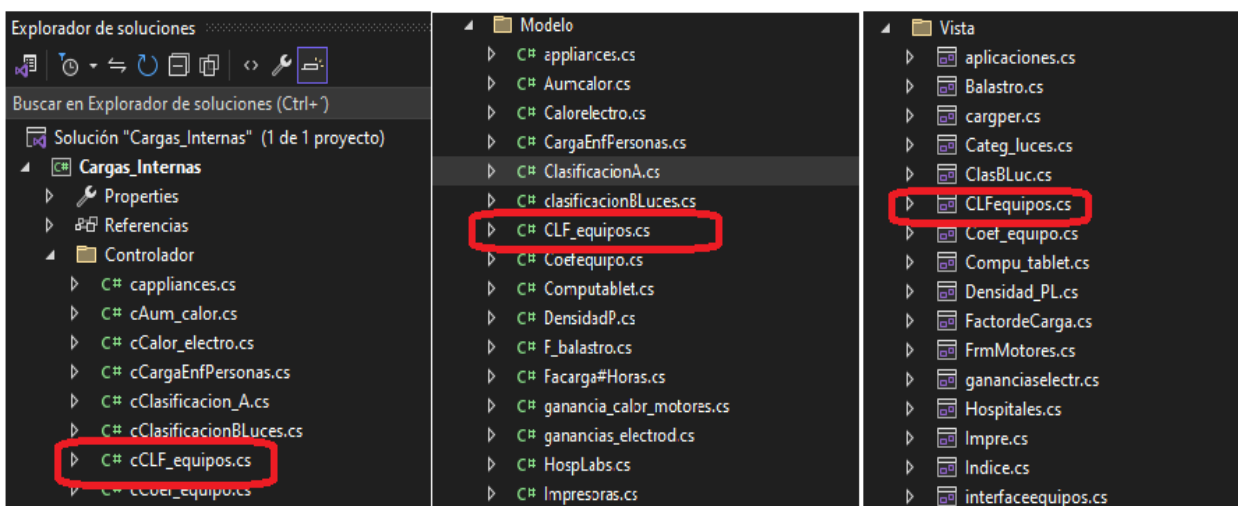
Una vez creadas las tablas en SQL server, el siguiente paso fue insertar la información de las tablas en Excel a la base de datos. Para ello, se programó una interfaz en lenguaje C# con Visual Studio que leyera las tablas previamente tabuladas y posteriormente las enviara a la base datos. Fue necesario crear una interfaz para cada una de las tablas, ya que cada tabla tiene su propia estructura (cantidad de columnas, cantidad de filas, caracteres por columna, y si lo que contiene la columna es texto o un número).

4.2 DESARROLLO EN VISUAL STUDIO (C#) DE LA INTERFAZ DE USUARIO PARA EL MANEJO DE INSERCIÓN, EDICIÓN Y USO DE LA BASE DE DATOS

El desarrollo de la interfaz de usuario para la inserción, edición y manejo de la base de datos se realizó en Visual Studio utilizando el lenguaje de programación C#. La arquitectura del software se organizó siguiendo el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual divide la programación en tres componentes principales:

- **Modelo:** Contiene las definiciones de las variables que representan las columnas de cada tabla en la base de datos.
- **Controlador:** Actúa como intermediario entre el modelo y la vista, gestionando la lógica de negocio y las comunicaciones con la base de datos. Facilita las operaciones como la inserción, actualización, eliminación y consulta de datos.
- **Vista:** Se encarga de la interfaz gráfica del usuario (GUI), mostrando los datos y recibiendo las interacciones del usuario. Este componente incluye la programación de todos los elementos visuales con los que el usuario interactúa, como botones, formularios y listas.

Figura 5. Distribución de la programación en VS.

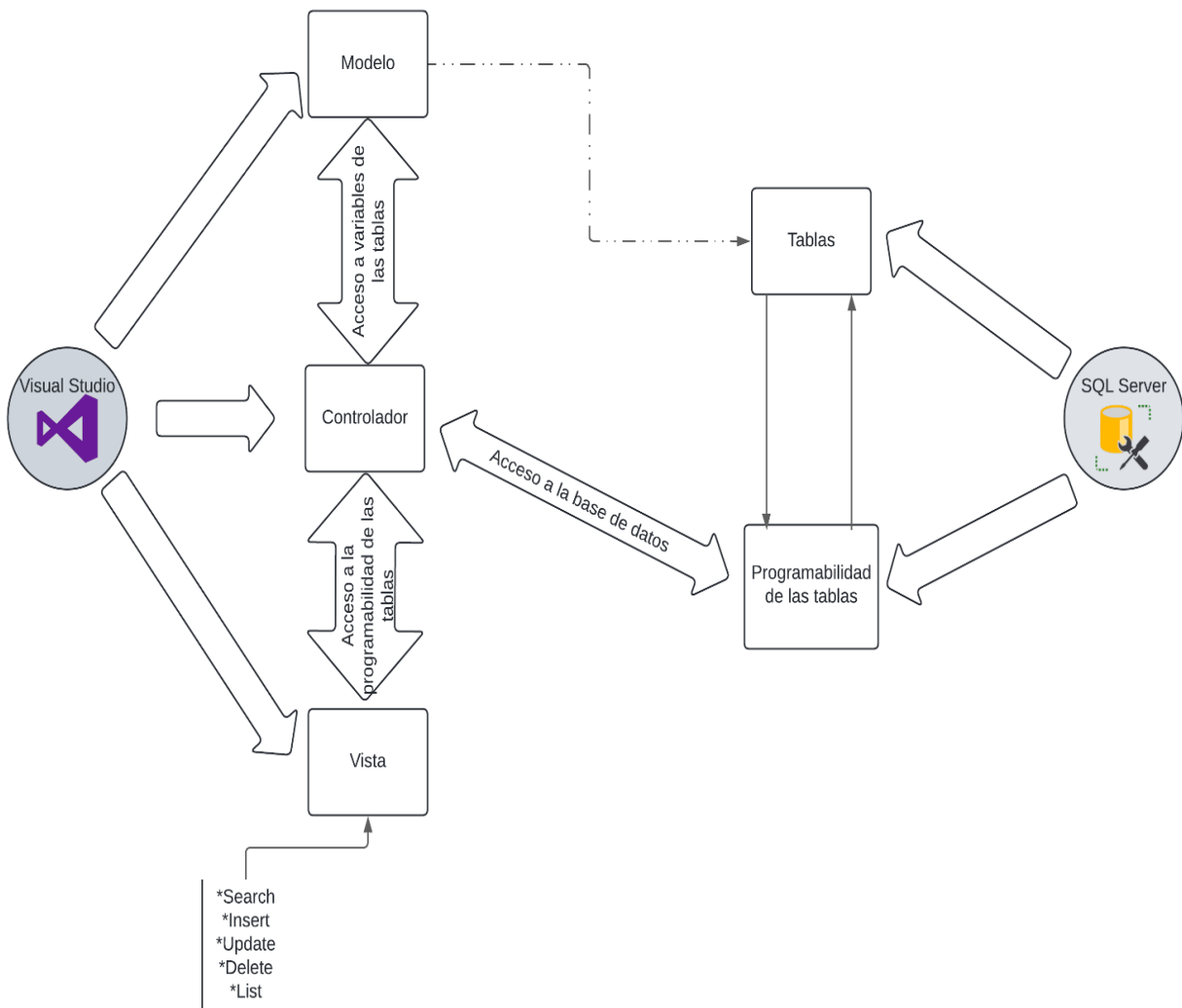


Fuente: Autores.

La interacción entre estos tres componentes y la base de datos se realiza de la siguiente manera: cuando un usuario interactúa con la interfaz (Vista), por ejemplo, al presionar un botón, la Vista envía una solicitud al Controlador para ejecutar una acción específica. El Controlador procesa esta solicitud y, si es necesario, interactúa con el Modelo para acceder o modificar los datos en la base de datos. Finalmente, los resultados de esta operación se reflejan en la Vista, proporcionando al usuario la información actualizada.

La figura 6. presenta un diagrama de flujo que describe el funcionamiento del programa y su comunicación con la base de datos.

Figura 6. Diagrama de flujo del funcionamiento del programa y su comunicación con la base de datos.



Fuente: Autores

4.2.1 MODELO

En el modelo, se desarrollaron las clases que definen las variables que contiene cada tabla, como se puede observar en la figura 7. Además, se especificó si estas variables eran cadenas de texto o números, ya que es importante definir las correctamente para evitar errores en el código programado.

Figura 7. Código del modelo de la tabla “CLF equipos”.

```
12 referencias
internal class CLF_equipos
{
    private long id;
    private string con_o_sin_campana;
    private int horas_operacion;
    private int horas_encendido;
    private double resultado;

    5 referencias
    public long Id
    {
        get { return id; } // get method
        set { id = value; } // set method
    }

    6 referencias
    public string Con_o_sin_campana
    {
        get { return con_o_sin_campana; } // get method
        set { con_o_sin_campana = value; } // set method
    }

    6 referencias
    public int Horas_operacion
    {
        get { return horas_operacion; } // get method
        set { horas_operacion = value; } // set method
    }

    6 referencias
    public int Horas_encendido
    {
        get { return horas_encendido; } // get method
        set { horas_encendido = value; } // set method
    }

    4 referencias
    public double Resultado
    {
        get { return resultado; } // get method
        set { resultado = value; } // set method
    }

    4 referencias
    public CLF_equipos()
    {
        id = 0;
        con_o_sin_campana = "";
        horas_operacion = 0;
        horas_encendido = 0;
        resultado = 0;
    }
}
```

Fuente: Autores

El campo "Id" es una columna que asigna un número único a cada registro o fila de la tabla. Las demás variables corresponden a las columnas creadas para almacenar la información, organizándola como una tabla de registros en la base de datos.

4.2.2 CONTROLADOR

En el controlador se encuentran los procesos que ejecuta la interfaz para listar, buscar, borrar, insertar y actualizar la información de la tabla correspondiente.

Figura 8. Controlador de la Interfaz de la tabla “CLF equipos”.

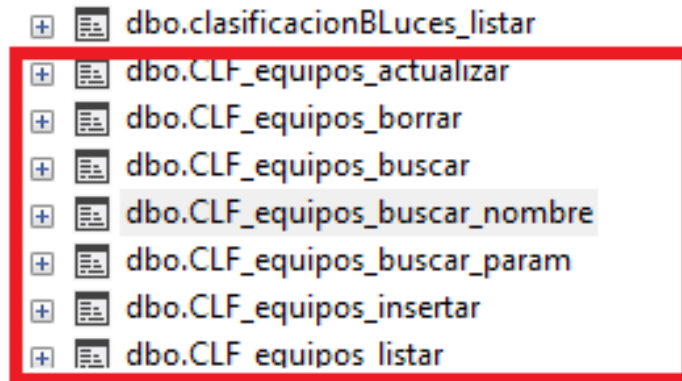
```
namespace Cargas_Internas.Controlador
{
    19 referencias
    internal class cCLF_equipos
    {
        0 referencias
        public cCLF_equipos() { }
        2 referencias
        public static DataSet getAll()
        {
            SqlParameter[] sp = new SqlParameter[] {
                };
            return FDBHelper.ExecuteDataSet("CLF_equipos_listar", sp);
        }
        0 referencias
        public static DataSet find(long id)
        {
            SqlParameter[] sp = new SqlParameter[] {
                FDBHelper.MakeParam("@id", SqlDbType.BigInt, 0, id)
            };
            return FDBHelper.ExecuteDataSet("CLF_equipos_buscar", sp);
        }
        1 referencia
        public static long delete(long id)
        {
            SqlParameter[] sp = new SqlParameter[] {
                FDBHelper.MakeParam("@id", SqlDbType.BigInt, 0, id)
            };
            long idr = Convert.ToInt64(FDBHelper.ExecuteScalar("CLF_equipos_borrar", sp));
            return idr;
        }
        1 referencia
        public static long insert(string con_o_sin_campana, int horas_operacion, int horas_encendido, double resultado)
        {
            SqlParameter[] sp = new SqlParameter[] {
                FDBHelper.MakeParam("@con_o_sin_campana", SqlDbType.NVarChar, 0, con_o_sin_campana),
                FDBHelper.MakeParam("@horas_operacion", SqlDbType.Int, 0, horas_operacion),
                FDBHelper.MakeParam("@horas_encendido", SqlDbType.Int, 0, horas_encendido),
                FDBHelper.MakeParam("@resultado", SqlDbType.Real, 0, resultado),
            };
            long idr = Convert.ToInt64(FDBHelper.ExecuteScalar("CLF_equipos_insertar", sp));
            return idr;
        }
        1 referencia
        public static long update(long id, string con_o_sin_campana, int horas_operacion, int horas_encendido, double resultado)
        {
            SqlParameter[] sp = new SqlParameter[] {
                FDBHelper.MakeParam("@id", SqlDbType.BigInt, 0, id),
                FDBHelper.MakeParam("@con_o_sin_campana", SqlDbType.NVarChar, 0, con_o_sin_campana),
                FDBHelper.MakeParam("@horas_operacion", SqlDbType.Int, 0, horas_operacion),
                FDBHelper.MakeParam("@horas_encendido", SqlDbType.Int, 0, horas_encendido),
                FDBHelper.MakeParam("@resultado", SqlDbType.Real, 0, resultado),
            };
            long idr = Convert.ToInt64(FDBHelper.ExecuteScalar("CLF_equipos_actualizar", sp));
            return idr;
        }
    }
}
```

Fuente: Autores

En la figura 8. se puede apreciar una parte del código del controlador de la interfaz. En este código, se establece la conexión entre los procedimientos de listar, borrar, buscar, insertar y actualizar, y la base de

datos creada en SQL Server. Para ello, fue necesario programar también cada procedimiento en la base de datos.

Figura 9. Listado de procedimientos (programabilidad de las tablas) en SQL server.



Fuente: Autores

Figura 10. Código del procedimiento “Insertar” de la tabla “CLF equipos” en SQL Server.

```
USE [Cargas Internas]
GO
/***** Object: StoredProcedure [dbo].[CLF_equipos_insertar]    Script Date: 5/07/2024
12:57:21 a. m. *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
-- =====
-- Author:          <Author,,Name>
-- Create date:    <Create Date,,>
-- Description:    <Description,,>
-- =====
ALTER PROCEDURE [dbo].[CLF_equipos_insertar]
    -- Add the parameters for the stored procedure here
    @con_o_sin_campana nvarchar(20),
    @horas_operacion int,
    @horas_encendido int,
    @resultado real
AS
insert into CLF_equipos(con_o_sin_campana,horas_operacion,horas_encendido,resultado)
values(@con_o_sin_campana,@horas_operacion,@horas_encendido,@resultado)
select @@IDENTITY as ultimo
```

Fuente: Autores

Cada uno de estos procedimientos en la base de datos contiene la programación necesaria para ejecutar una acción específica, ordenada por el controlador en el programa desarrollado. Estas acciones incluyen:

- **Listar:** Muestra todos los registros en las tablas de la base de datos.
- **Buscar:** Encuentra un registro específico en la tabla de la base de datos.
- **Borrar:** Elimina un registro específico en la tabla de la base de datos.
- **Insertar:** Añade un nuevo registro a la tabla de la base de datos.
- **Actualizar:** Modifica la información contenida en un registro de la tabla de la base de datos.

4.2.3 VISTA

En la vista, se programó un código que ejecuta la interfaz, en la cual se leen los datos tabulados en Excel y se guardan uno a uno como registros. En la figura 11 se observa la interfaz para "CLF Equipos".

Figura 11. Interfaz de la tabla "CLF Equipos".

The screenshot shows a web interface for 'CLF equipos'. It includes a settings icon and the title 'CLF equipos'. Below the title, there are three input fields: 'Horas totales de operación', 'Tipo' (a dropdown menu), and 'Horas después de encendido'. To the right of these fields are three buttons: 'Nuevo', 'Editar', and 'Cancelar'. Below the input fields, there are two tabs: 'Lista' and 'Importar'. Under the 'Importar' tab, there are two buttons: 'Cargar Datos' and 'Importar'. At the bottom, there is a table with the following structure:

	Horas Operación	1 (h)	2 (h)	3 (h)	4 (h)	5 (h)	6 (h)	7 (h)	8 (h)	9 (h)	10 (h)
*											

Fuente: Autores

4.3 CREACIÓN DE MANUAL DE PROGRAMADOR Y DE USUARIO

4.3.1 MANUAL PARA EL PROGRAMADOR

Para que el usuario final pueda utilizar el programa correctamente, es fundamental que la información necesaria para realizar los cálculos esté previamente cargada en la base de datos. Esta tarea corresponde al programador, quien debe insertar los datos en la base de datos. A continuación, se describe el procedimiento para hacerlo:

1. **Cargar Datos desde Excel:** El programador puede cargar datos desde una tabla de Excel al programa utilizando la interfaz de usuario. Al hacer clic en la pestaña "Importar", se despliega una interfaz que permite introducir datos de dos maneras:
 - **Copiar y Pegar:** El programador puede copiar la tabla desde Excel al portapapeles y pegarla en el programa utilizando el comando CTRL+V.
 - **Selección de Archivos:** Alternativamente, el programador puede hacer clic en la pestaña "Importar" y seleccionar la tabla deseada a través del explorador de archivos del ordenador.
2. **Importar Datos a la Base de Datos:** Una vez que los datos se han cargado en la interfaz correspondiente del programa, el botón "Importar" se habilita. Al presionarlo, se ejecutan los comandos programados en los componentes de modelo y controlador, lo que permite transferir y almacenar los datos como registros en la base de datos.

Este procedimiento debe repetirse para cada tabla de datos que se necesite almacenar en la base de datos.

Figura 12. Interfaz CLF equipos con los datos de la tabla 10. “CLF equipos con campana”.

Horas Operación	1 (h)	2 (h)	3 (h)	4 (h)	5 (h)	6 (h)	7 (h)	8 (h)	9 (h)	10 (h)
2	0.27	0.40	0.25	0.18	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
4	0.28	0.41	0.51	0.59	0.39	0.3	0.24	0.19	0.16	0.14
6	0.29	0.42	0.52	0.59	0.65	0.70	0.48	0.37	0.3	0.25
8	0.31	0.44	0.54	0.61	0.66	0.71	0.75	0.78	0.55	0.43
10	0.33	0.46	0.55	0.62	0.68	0.72	0.76	0.79	0.81	0.84
12	0.36	0.49	0.58	0.64	0.69	0.74	0.77	0.80	0.82	0.85
14	0.40	0.52	0.61	0.67	0.72	0.76	0.79	0.82	0.84	0.86
16	0.45	0.57	0.65	0.70	0.75	0.78	0.81	0.84	0.86	0.87
18	0.52	0.63	0.70	0.75	0.79	0.82	0.84	0.86	0.88	0.89

Fuente: Autores

Una vez cargada la tabla en la interfaz y presionado el botón importar la información se cargará en la base de datos como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tabla “CLF equipos” en la Base de datos en SQL Server.

	id	con_o_sin_campana	horas_operacion	horas_encendido	resultado
1	1	Con campana	2	1	0,27
2	2	Con campana	2	2	0,4
3	3	Con campana	2	3	0,25
4	4	Con campana	2	4	0,18
5	5	Con campana	2	5	0,14
6	6	Con campana	2	6	0,11
7	7	Con campana	2	7	0,09
8	8	Con campana	2	8	0,08
9	9	Con campana	2	9	0,07
10	10	Con campana	2	10	0,06
11	11	Con campana	2	11	0,05
12	12	Con campana	2	12	0,04
13	13	Con campana	2	13	0,04
14	14	Con campana	2	14	0,03
15	15	Con campana	2	15	0,03
16	16	Con campana	2	16	0,03
17	17	Con campana	2	17	0,02
18	18	Con campana	2	18	0,02
19	19	Con campana	2	19	0,02

Fuente: Autores

De este modo, el registro asignado como número 1 en la tabla llamada "CLF equipos" corresponde a un equipo con campana, con 2 horas totales de operación, 1 hora después de encendido y 0,27 es el valor que se usará para los cálculos, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Selección de un registro del anexo L."CLF equipos con campana"

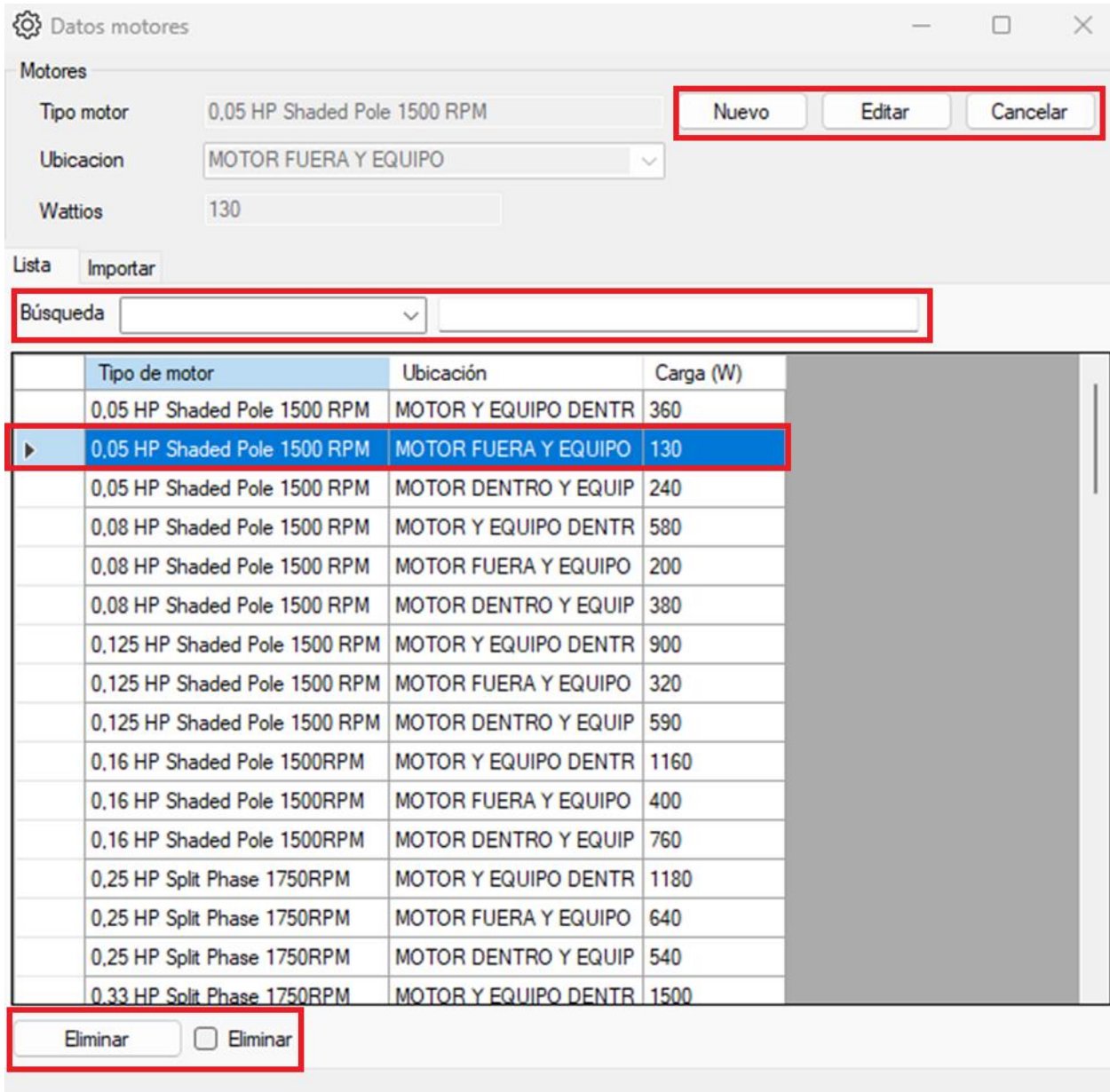
HORAS		HORAS DESPUES DE ENCENDIDO																							
TOTALES DE OPERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
2	0,27	0,4	0,25	0,18	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	
4	0,28	0,41	0,51	0,59	0,39	0,3	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	

Fuente: Autores

En la figura 13 se muestra un ejemplo de una de las interfaces del software. En esta interfaz, se pueden encontrar botones destinados a editar, buscar, eliminar o crear nuevos registros.

Para modificar un registro, el programador debe seleccionarlo y luego hacer clic en el botón correspondiente a la acción que desea realizar.

Figura 13. Interfaz de la tabla “Ganancia de calor para motores eléctricos típicos”.



Fuente: Autores

4.3.2 MANUAL PARA EL USUARIO

Descarga e instalación del software

1. **Descargar el instalador:** El primer paso consiste en descargar el instalador del software desde el enlace proporcionado.

2. **Ejecutar el Setup:** Descargada la carpeta contenedora del instalador, se debe ejecutar el archivo setup.exe.
3. **Esperar la instalación:** Al ejecutarlo, es necesario esperar unos segundos hasta que el programa complete la instalación.

Figura 14. Archivos de la carpeta contenedora.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Application Files	17/07/2024 10:15 a. m.	Carpeta de archivos	
Cargas_Internas	17/07/2024 10:15 a. m.	Application Manif...	6 KB
setup	17/07/2024 10:15 a. m.	Aplicación	785 KB

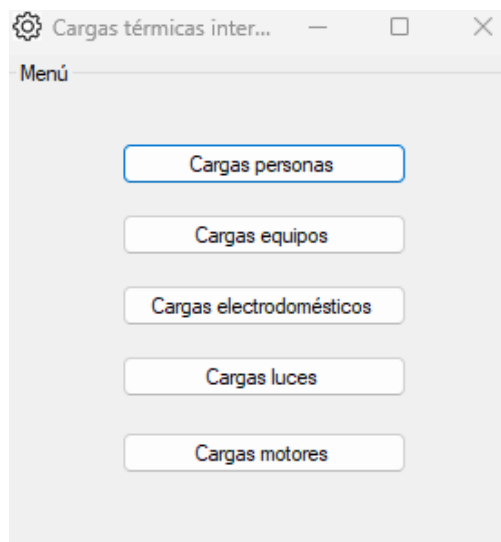
Fuente: Autores.

Iniciación del programa.

1. **Iniciar el programa:** Instalado el programa, se debe iniciarlo.
2. **Navegar por el menú principal:** Al iniciar el programa, se presenta un menú que contiene botones. Al hacer clic en estos botones, el usuario es dirigido a la interfaz específica para el cálculo de las cargas térmicas.

Una vez instalado el programa, al iniciarlo, se presenta un menú. En este menú se encuentran botones que, al ser clicados, dirigen al usuario a la interfaz específica para el cálculo de las cargas térmicas.

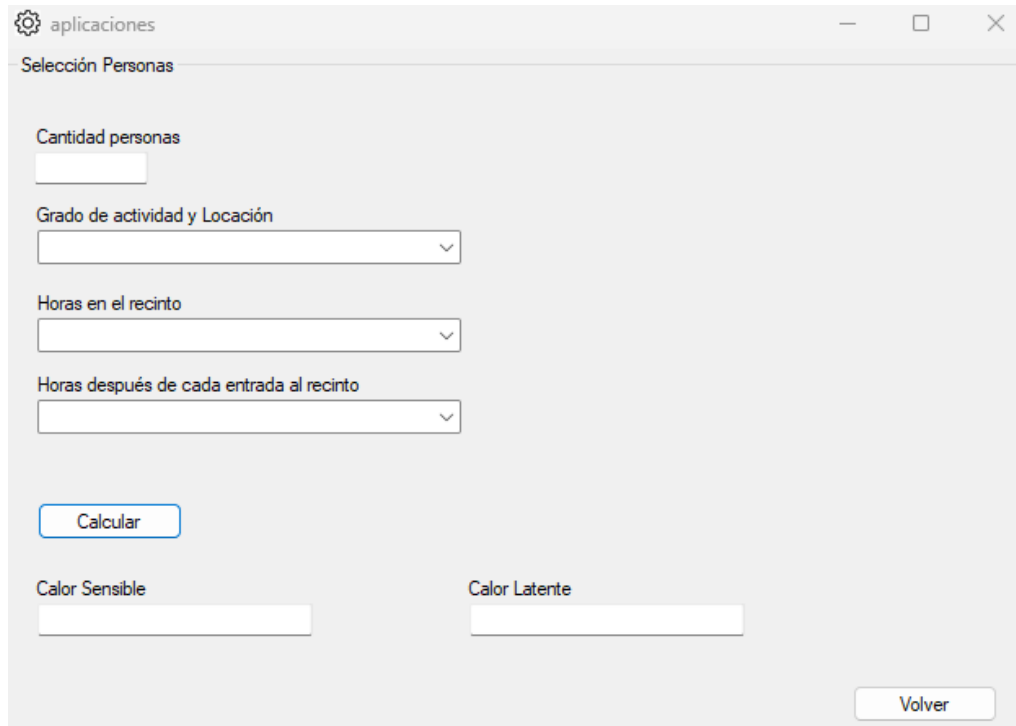
Figura 15. Menú principal del programa.



Fuente: Autores

Al hacer clic en el botón “Cargas personas” se despliega la interfaz que realiza los cálculos de las cargas térmicas correspondientes a las personas.

Figura 16. Interfaz “Cargas personas”.



The screenshot shows a software window titled 'aplicaciones' with a sub-header 'Selección Personas'. It contains the following elements:

- Cantidad personas:** A text input field.
- Grado de actividad y Locación:** A dropdown menu.
- Horas en el recinto:** A dropdown menu.
- Horas después de cada entrada al recinto:** A dropdown menu.
- Calcular:** A button to execute the calculation.
- Calor Sensible:** A text input field for the result.
- Calor Latente:** A text input field for the result.
- Volver:** A button to return to the previous screen.

Fuente: Autores

Una vez dentro de la interfaz, para realizar los cálculos el usuario debe introducir al programa los datos necesarios. En este caso, debe ingresar el número de personas que estarán en el espacio, la actividad que realizarán, la cantidad de horas que permanecerán en el espacio y la cantidad de horas que pasarán después de que estas personas salgan y vuelvan a entrar al espacio.

Por ejemplo, si se tiene un aula de clases con capacidad para 28 estudiantes, ocupada desde las 7 am hasta las 7 pm, con un receso de 2 horas al medio día, al introducir esta información en la interfaz y hacer clic en el botón "Calcular", el programa arrojará como resultado la carga sensible y la carga latente en watts generadas por esas personas.

Figura 17. Ejemplo de cálculo.

aplicaciones

Selección Personas

Cantidad personas
28

Grado de actividad y Locación
Seated, very light work Offices, hotels, apartments

Horas en el recinto
12

Horas después de cada entrada al recinto
2

Calcular

Calor Sensible
58,8

Calor Latente
37,8

Volver

Fuente: Autores

Una vez conocidas las cargas térmicas, el usuario puede realizar un nuevo cálculo modificando los valores o regresar al menú principal haciendo clic en el botón "Volver".

4.4 EJEMPLO PRACTICO

Condiciones de diseño:

- El espacio contiene muebles de oficina
- Piso de construcción: 8 in. Piso de concreto
- Suministro estimado de aire requerido: $0.7 \text{ cm}^3/\text{ft}^2$.
- Luces fluorescentes no venteadas y empotradas.
- Horario de luces: Desde las 8 a.m. hasta las 6 p.m.

- Dos lámparas de 40W por cuarto, 12 cuartos con solo 9 cuartos en uso.

4.4.1 PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.

Para calcular el resultado final, el usuario puede seguir dos caminos:

- **Camino 1:** Cálculos manuales

Con la información contenida en el aula virtual de la clase de refrigeración y aire acondicionado del profesor David Fuentes, los pasos son los siguientes:

1. Calcular la capacidad de las lámparas.

$$Cap = Pot * Lámparas\ por\ cuarto * No.\ Cuartos \quad (1)$$

$$Cap = 40 * 2 * 12 \quad (2)$$

$$Cap = 960\ W \quad (3)$$

2. Calcular la fracción de uso.

$$Fu = \frac{Cuartos\ en\ uso}{Total\ de\ cuartos} \quad (4)$$

$$Fu = \frac{9}{12} \quad (5)$$

$$Fu = 0,75 \quad (6)$$

3. Calcular el factor Balastro (Anexo V)

Cuadro 3. Factor Balastro usado.

WATTS DE LA LAMPARA	Nº DE LAMPARAS POR CUARTO	F _{sa}
35	1	1.30
40		
35	2	1.20
40		

Fuente: Anexo V.

4. Calcular CLF para luces

Cuadro 4. Clasificación "A" factor.

Clasificación "a"	Luces del cuarto y disposición de la ventilación
0.45	Luces empotradas no venteadas. Para bajo flujo aire, menos de 0.5 cfm/ft ² .
0.55	Luces empotradas no venteadas. Para flujo medio a alto de aire, más de 0.5 cfm/ft ² .

Fuente: Anexo A.

Cuadro 5. Factor de Clasificación "B"

Circulación de aire del cuarto. Tipo de suministro y retorno	MATERIAL, ANCHO Y PESO DEL PISO.			
	2 in. Madera 10 Lb/ft ²	3 in. Concreto 40 Lb/ft ²	6 in. Concreto 75 Lb/ft ²	8 in. Concreto 120 Lb/ft ²
Flujo bajo-medio requerido para manejar la carga de enfriamiento suministrada a través de pisos, paredes o difusores de techos.	B	B	C	D
Flujo medio de ventilación suministrado a través de pisos, paredes o difusores de techos.	A	B	C	D
Alto aire de circulación inducido por un aire primario por medio de un ventilador. Retorno a través del techo.	A	B	C	C

Fuente: Anexo B.

Cuadro 6. Factor de CLF para luces encendidas por 10 horas.

CLASE "a"	CLASE "b"	CLASE				
		0	1	2	3	4
0,45	A	0,03	0,47	0,6	0,66	0,73
	B	0,10	0,54	0,6	0,63	0,66
	C	0,15	0,59	0,61	0,64	0,66
	D	0,18	0,62	0,6	0,64	0,66
0,55	A	0,02	0,57	0,65	0,72	0,78
	B	0,08	0,62	0,66	0,69	0,73
	C	0,12	0,66	0,68	0,70	0,72
	D	0,15	0,69	0,70	0,71	0,72

Fuente: Anexo D.

5. Calcular la carga total

$$Carga\ total = Capacidad * Fu * Fs * CLF \quad (7)$$

$$Carga\ total = 960 * 0.75 * 1.2 * 0.75 \quad (8)$$

$$Carga\ total = 622\ W \quad (9)$$

Para una carga total de 622 W

▪ **Camino 2:** Uso del software

Para utilizar el programa desarrollado:

1. **Ingresar los datos en la interfaz:** Todos aquellos datos que correspondan al ejercicio se deben colocar dentro de la pestaña de “Cargas luces” previamente seleccionada.
2. **Obtener los resultados:** Colocando todo lo correspondiente al escenario, el software nos va a arrojar el resultado final.

En este caso, el programa proporciona el resultado para una sola habitación, por lo que el usuario debe calcular la carga total manualmente multiplicando por el número total de habitaciones.

$$Carga\ total = Carga\ por\ habitación * No.\ Habitaciones \quad (10)$$

$$Carga\ total = 51.84 * 12 \quad (11)$$

$$Carga\ total = 622.08\ W \quad (12)$$

Figura 18. Ejemplo de cálculo en el programa.

aplicaciones

Selección Luces

Potencia (W)
40

Factor de uso
0.75

Lámparas por habitación
2

Clasificación A
Luces empotradas no venteadas. Para flujo medio a alto de aire, más de 0.5cfm/ft2

Clasificación B
Alto aire de circulación inducido por un aire primario por medio de un ventilador. Retomo a través del techo. 8 in. Concreto 120 Lb/ft2

Horas de encendido
10

Horas en funcionamiento luces
4

Calcular

51.84 (W)

Fuente: Autores.

Conocidas las cargas térmicas, el usuario puede realizar un nuevo cálculo modificando los valores o regresar al menú principal cerrando la pestaña de la interfaz en la que estaba trabajando.

4.4.2 INTERFAZ “CARGAS PERSONAS”

En la interfaz 'Cargas Personas', el usuario puede calcular las cargas térmicas generadas por las personas presentes en un recinto. Para llevar a cabo estos cálculos, es necesario que el usuario ingrese la siguiente información:

1. **Cantidad de Personas:** El usuario introduce el número de personas presentes en el recinto.
2. **Grado de Actividad y Locación:** El usuario selecciona el grado de actividad de las personas y la locación en la que desempeñarán sus actividades.
3. **Horas Totales en el Recinto:** El usuario indica la cantidad total de horas que las personas estarán en el recinto.
4. **Horas Transcurridas:** Se especifica el número de horas transcurridas desde que las personas entraron al recinto.

Ingresados estos datos, el usuario debe presionar el botón ‘Calcular’. El software procesará la información proporcionada y efectuará los cálculos correspondientes. (**Figura 17**)

4.4.3 INTERFAZ ‘CARGAS EQUIPOS’.

En la interfaz 'Cargas Equipos', se realizan cálculos precisos de las cargas térmicas generadas por los equipos utilizados en hospitales, laboratorios y oficinas. Para obtener estos cálculos, el usuario debe ingresar la siguiente información en el software:

1. **Selección del Equipo:** El usuario selecciona el tipo de equipo desde una barra desplegable. Las categorías disponibles incluyen:
 - Hospitales y laboratorios
 - Computadores y tabletas
 - Impresoras
 - Monitores
 - Misceláneos

2. **Horas de Operación Diaria:** El usuario indica la cantidad de horas que el equipo opera diariamente.
3. **Horas Transcurridas:** Se debe especificar el número de horas transcurridas hasta el momento en que se desea calcular la carga térmica.
4. **Cantidad de Equipos:** El usuario introduce la cantidad de equipos del tipo seleccionado presentes en el recinto.

Ingresada toda la información necesaria, el usuario debe hacer clic en el botón 'Calcular'. El programa procesará los datos y proporcionará la carga térmica generada por los dispositivos en forma de calor sensible. La información desglosada por sección en la interfaz es la siguiente:

- **Cargas Generadas por Sección**

A la derecha de cada sección, el usuario puede ver la carga térmica total generada por todos los dispositivos de esa categoría. También se muestra la potencia individual de cada tipo de dispositivo.

- **Carga Térmica Total**

En la parte inferior izquierda de la interfaz, se presenta la carga térmica total generada por la suma de todos los dispositivos.

Figura 19. Interfaz 'Cargas equipos'.

The screenshot shows a software window titled 'aplicaciones' with a sub-header 'Selección Equipos'. It contains a table for inputting data for different equipment types. The table has columns for 'Aparatos', 'Horas totales de operación', 'Horas después de encendido', 'Cantidad', 'Sensible', and 'Potencia'. Below the table is a 'Calcular' button and a field for 'Calor Sensible (W)'.

Aparatos	Horas totales de operación	Horas después de encendido	Cantidad	Sensible	Potencia
Hospitales y laboratorios	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Computadores y tabletas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Impresoras	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Monitores	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Misceláneos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Calcular

Calor Sensible (W)

Fuente: Autores

4.4.4 INTERFAZ 'CARGAS ELECTRODOMÉSTICOS'

En la interfaz 'Cargas Electrodomésticos', se realizan cálculos específicos para determinar las cargas térmicas generadas por los electrodomésticos comunes en un recinto. El usuario puede proceder de dos maneras para ingresar la información necesaria:

- **Caso 1:** Información básica del electrodoméstico

Tipo de Energía: El usuario especifica si el electrodoméstico es de gas, eléctrico o a vapor.

Presencia de Campana: Se indica si el electrodoméstico tiene campana.

Potencia del Electrodoméstico: El usuario introduce la potencia del electrodoméstico.

Cantidad de Electrodomésticos: Se ingresa la cantidad de unidades del electrodoméstico en el recinto.

- **Caso 2:** Electrodomésticos estandarizados

Selección del Electrodoméstico: El usuario selecciona el tipo de electrodoméstico desde el desplegable "Aparato".

Especificar Detalles Adicionales: Se debe especificar si el equipo tiene o no tiene campana. Se debe indicar si el electrodoméstico es de gas, eléctrico o a vapor. Se debe indicar la cantidad de unidades del electrodoméstico en el recinto.

Búsqueda Interna y Cálculo: El programa buscará internamente la potencia del electrodoméstico seleccionado y realizará los cálculos necesarios.

Ambos casos tienen información en común que los hace muy parecidos, pero a la vez diferentes. El usuario debe proporcionar las horas de operación, que refieren a la cantidad de tiempo en que el equipo ha estado en funcionamiento, y las horas transcurridas, que especifican la cantidad de tiempo medido desde la necesidad de tener la carga térmica en un momento requerido. Si se desea realizar un nuevo cálculo, es necesario que el usuario dé clic en el botón "Limpiar" para que toda la información anteriormente ingresada se borre y pueda realizar nuevos cálculos.

Figura 20. Interfaz ‘Cargas electrodomésticos’.

The screenshot shows a software window titled 'aplicaciones' with a gear icon. The main section is 'Selección Equipos'. It contains the following fields and controls:

- Cantidad de equipos:** A text input field.
- Potencia (W):** A text input field.
- Tipo de equipo:** A dropdown menu.
- Campana:** A dropdown menu.
- Aparato:** A dropdown menu.
- Horas totales de operación:** A dropdown menu.
- Horas después de encendido:** A dropdown menu.
- Calcular:** A button.
- Calor Sensible (W):** A text input field.
- Calor Latente (W):** A text input field.
- Limpiar:** A button in the bottom right corner.

Fuente: Autores.

4.4.5 INTERFAZ ‘CARGAS MOTORES’

En la interfaz 'Cargas Motores', el usuario puede calcular las cargas térmicas generadas por motores estándar en un recinto. Para obtener estos cálculos, es necesario ingresar la siguiente información:

Tipo de Motor: Especificar la potencia del motor.

Indicar el tipo de fase del motor.

Proporcionar las revoluciones por minuto (RPM) del motor.

Ubicación del Motor: Indicar la ubicación del motor en relación con el espacio refrigerado.

Horas de Operación Diaria: Especificar las horas totales que el motor opera diariamente.

Horas Transcurridas: Indicar las horas que han pasado desde que el motor fue encendido hasta el momento en que se desea calcular la carga térmica generada.

Una vez ingresada toda la información necesaria, el usuario debe presionar el botón "Calcular". El software procesará los datos y proporcionará la carga térmica en forma de calor sensible generada por el motor.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el programa, se pudo apreciar significativamente el ahorro de tiempo en el cálculo de cada ejercicio propuesto, cumpliendo así con el objetivo de hacer el proceso un poco más ameno para el estudiante. Sin dejar de lado la sencillez, el programa contó con un diseño orientado a proporcionar también facilidad en su uso, generando un mejor aprovechamiento de los espacios de aprendizaje en la materia de refrigeración dentro de la universidad. Este aporte será un paso más hacia la automatización de cálculos complejos, como es la finalidad de llegar a la carga de enfriamiento, abarcando desde lo estacionario hasta lo transitorio.

BIBLIOGRAFIA

ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2023

CYPE Ingenieros. *CYPECAD MEP*. Recuperado de <https://cype.com/es/producto/cypecad-mep>. 2023

Zuñiga, Kirenia Maldonado, et al. "Software educativo y su importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje." *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria* 4.1 (2020): 123-130.

Tricomi, Ernest. *ABC del aire acondicionado*. Marcombo, 1986.

Quadri, Néstor Pedro. *Sistemas de aire acondicionado*. TECNIBOOK EDICIONES, 2001.

Botero Villegas, Santiago, and Peter Alexander Palacios Garnica. "Software de cálculo de cargas térmicas para sistemas de aire acondicionado." (2018).

Chávez Del Valle, Francisco Javier. *Zona variable de confort térmico*. Universidad Politécnica de Cataluña, 2002.

Humphreys, Michael Alexander. "Thermal Comfort Temperatures and the Habits of Hobbits: Comfort temperatures and climate." *Standards for thermal comfort*. Routledge, 2015. 3-13.

Álvarez Gallegos, Alex Santiago, and Edison Fernando Estévez Cuenca. Dimensionamiento de ductos de ventilación y cálculo de cargas térmicas en edificaciones estándar mediante el desarrollo de un software. BS tesis. Quito, 2016., 2016.

Álvarez, Sofía Sánchez, and María Pilar Castro García. "Mejora del proceso enseñanza-aprendizaje a partir del empleo de un software diseñado en un Trabajo Fin de Grado (TFG)." Jornadas Virtuales de Colaboración y Formación Virtual USATIC 2018: ubicuo y Social: Aprendizaje con TIC. actas. Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2018.

ANEXOS

Anexo A. Clasificación A de luces.

Clasificación "a"	Luces del cuarto y disposición de la ventilación
0.45	Luces empotradas no venteadas. Para bajo flujo aire, menos de 0.5 cfm/ft ² .
0.55	Luces empotradas no venteadas. Para flujo medio a alto de aire, más de 0.5 cfm/ft ² .
0.65	Luces de grupo venteadas. Para flujo medio a alto de aire, más de 0.5 cfm/ft ² .
0.75	Luces venteadas y colgantes.

Fuente: Página 635 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo B. Clasificación B de luces.

Circulación de aire del cuarto. Tipo de suministro y retorno	MATERIAL, ANCHO Y PESO DEL PISO.				
	2 in. Madera 10 Lb/ft ²	3 in. Concreto 40 Lb/ft ²	6 in. Concreto 75 Lb/ft ²	8 in. Concreto 120 Lb/ft ²	12 in. Concreto 160 Lb/ft ²
Flujo bajo-medio requerido para manejar la carga de enfriamiento suministrada a través de pisos, paredes o difusores de techos.	B	B	C	D	D
Flujo medio de ventilación suministrado a través de pisos, paredes o difusores de techos.	A	B	C	D	D
Alto aire de circulación inducido por un aire primario por medio de un ventilador. Retorno a través del techo.	A	B	C	C	D
Gran circulación de aire usada para minimizar los gradientes de temperatura del cuarto. Retorno a través del techo.	A	A	B	C	D

Fuente: Página 635 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo C. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 8 horas.

CLASE "a"		CLASE "b"		NUMERO DE HORAS DESPUES DE PRENDER LAS LUCES																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
0,45	A	0,02	0,46	0,57	0,65	0,72	0,77	0,82	0,85	0,88	0,46	0,37	0,30	0,24	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02		
	B	0,07	0,51	0,56	0,61	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,34	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08		
	C	0,11	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,28	0,26	0,15	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12		
	D	0,14	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15		
0,55	A	0,01	0,56	0,65	0,72	0,77	0,82	0,85	0,88	0,90	0,37	0,30	0,24	0,19	0,16	0,13	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02		
	B	0,06	0,60	0,64	0,68	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06		
	C	0,09	0,63	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,75	0,76	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10		
	D	0,11	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,72	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12		
0,65	A	0,01	0,66	0,73	0,78	0,82	0,86	0,88	0,91	0,93	0,29	0,23	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01		
	B	0,04	0,69	0,72	0,75	0,77	0,80	0,82	0,84	0,85	0,22	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05		
	C	0,07	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,82	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07		
	D	0,09	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09		
0,75	A	0,01	0,76	0,80	0,84	0,87	0,90	0,92	0,93	0,95	0,21	0,17	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01		
	B	0,03	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,15	0,14	0,13	0,11	0,1	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04		
	C	0,05	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05		
	D	0,06	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07		

Fuente: Página 638 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo D. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 10 horas.

CLASE "a"		CLASE "b"		NUMERO DE HORAS DESPUES DE PRENDIDAS LAS LUCES																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
0,45	A	0,03	0,47	0,6	0,66	0,73	0,78	0,82	0,86	0,88	0,91	0,93	0,49	0,39	0,32	0,26	0,21	0,17	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04		
	B	0,10	0,54	0,6	0,63	0,66	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82	0,39	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11		
	C	0,15	0,59	0,61	0,64	0,66	0,68	0,7	0,71	0,73	0,75	0,76	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,2	0,19	0,18	0,17	0,16		
	D	0,18	0,62	0,6	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70	0,71	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,11	0,21	0,20	0,19	0,19		
0,55	A	0,02	0,57	0,65	0,72	0,78	0,82	0,85	0,88	0,91	0,92	0,94	0,4	0,32	0,26	0,21	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03		
	B	0,08	0,62	0,66	0,69	0,73	0,75	0,73	0,30	0,82	0,84	0,85	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09		
	C	0,12	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13		
	D	0,15	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,22	0,12	0,21	0,20	0,2	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15		
0,65	A	0,02	0,66	0,73	0,78	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,31	0,25	0,20	0,16	0,13	0,11	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02		
	B	0,06	0,71	0,7	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,89	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07		
	C	0,09	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,21	0,2	0,16	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10		
	D	0,11	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,17	0,17	0,18	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12		
0,75	A	0,01	0,76	0,81	0,84	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,22	0,18	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02		
	B	0,04	0,79	0,8	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05		
	C	0,07	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,1	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07		
	D	0,08	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,1	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09		

Fuente: Página 638 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo E. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 12 horas.

CLASE		NUMERO DE HORAS DESPUES DE PRENDIDAS LAS LUCES																							
"a"	"b"	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,45	A	0,05	0,49	0,59	0,67	0,73	0,78	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,51	0,41	0,33	0,27	0,22	0,17	0,1	0,11	0,09	0,07	0,06
	B	0,13	0,57	0,61	0,65	0,69	0,72	0,75	0,77	0,79	0,82	0,83	0,85	0,87	0,43	0,39	0,35	0,31	0,18	0,25	0,2	0,21	0,18	0,17	0,15
	C	0,19	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,80	0,81	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23	0,21	0,10
	D	0,22	0,66	0,61	0,68	0,69	0,7	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,32	0,31	0,3	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,14	0,2
0,55	A	0,04	0,58	0,66	0,73	0,78	0,82	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,42	0,34	0,22	0,22	0,18	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05
	B	0,11	0,65	0,68	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,35	0,32	0,26	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,1
	C	0,15	0,69	0,71	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,3	0,29	0,25	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16
	D	0,18	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,8	0,80	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,2	0,21	0,20	0,2	0,19
0,65	A	0,03	0,67	0,74	0,79	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
	B	0,09	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
	C	0,12	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,1	0,14	0,1
	D	0,14	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,2	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
0,75	A	0,02	0,77	0,81	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,23	0,19	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03
	B	0,06	0,81	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
	C	0,09	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09
	D	0,10	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,88	0,89	0,89	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11

Fuente: Página 638 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo F. Factor de carga cuando las luces están prendidas por 14 horas.

CLASE		NUMERO DE HORAS DESPUES DE PRENDIDAS LAS LUCES																							
"a"	"b"	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0,45	A	0,07	0,51	0,61	0,68	0,74	0,79	0,83	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,92	0,53	0,42	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14	0,12	0,09
	B	0,18	0,61	0,65	0,68	0,72	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,46	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,2
	C	0,24	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25
	D	0,26	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,8	0,80	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28
0,55	A	0,06	0,69	0,68	0,74	0,79	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,43	0,35	0,28	0,22	0,18	0,15	0,12	0,09	0,08
	B	0,15	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,38	0,34	0,31	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16
	C	0,19	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22	0,21
	D	0,22	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23
0,65	A	0,05	0,69	0,75	0,80	0,84	0,87	0,89	0,92	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,34	0,27	0,22	0,17	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06
	B	0,11	0,75	0,78	0,8	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13
	C	0,15	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,26	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,11	0,16
	D	0,17	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18
0,75	A	0,03	0,8	0,82	0,86	0,88	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,24	0,19	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04
	B	0,08	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09
	C	0,11	0,9	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
	D	0,12	0,9	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13

Fuente: Página 638 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo G. Ganancia de calor para Personas.

Table 1 Representative Rates at Which Heat and Moisture Are Given Off by Human Beings in Different States of Activity

Degree of Activity	Location	Total Heat, W		Sensible Heat, W	Latent Heat, W	% Sensible Heat that is Radiant ^b	
		Adult Male	Adjusted, M/F ^a			Low V	High V
Seated at theater	Theater	115	105	70	35	60	27
Seated, very light work	Offices, hotels, apartments	130	115	70	45		
Moderately active office work	Offices, hotels, apartments	140	130	75	55		
Standing, light work; walking	Department store; retail store	160	130	75	55	58	38
Walking, standing	Drug store, bank	160	145	75	70		
Sedentary work	Restaurant ^c	145	160	80	80		
Light bench work	Factory	235	220	80	140		
Moderate dancing	Dance hall	265	250	90	160	49	35
Walking 4.8 km/h; light machine work	Factory	295	295	110	185		
Bowling ^d	Bowling alley	440	425	170	255		
Heavy work	Factory	440	425	170	255	54	19
Heavy machine work; lifting	Factory	470	470	185	285		
Athletics	Gymnasium	585	525	210	315		

Notes:

1. Tabulated values are based on 24°C room dry-bulb temperature. For 27°C room dry bulb, total heat remains the same, but sensible heat values should be decreased by approximately 20%, and latent heat values increased accordingly.

2. Also see Table 4, Chapter 9, for additional rates of metabolic heat generation.

3. All values are rounded to nearest 5 W.

^aAdjusted heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, and assumes that gain from an adult female is 85% of that for an adult male, and gain from a child is 75% of that for an adult male.

^bValues approximated from data in Table 6, Chapter 9, where V is air velocity with limits shown in that table.

^cAdjusted heat gain includes 18 W for food per individual (9 W sensible and 9 W latent).

^dFigure one person per alley actually bowling, and all others as sitting (117 W) or standing or walking slowly (231 W).

Fuente: Página 594 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo H. Ganancia de calor para personas en actividad metabólica.

Table 4 Typical Metabolic Heat Generation for Various Activities			Driving/Flying	
	W/m ²	met ^a		
Resting			Car	60-115
Sleeping	40	0.7	Aircraft, routine	70
Reclining	45	0.8	Aircraft, instrument landing	105
Seated, quiet	60	1.0	Aircraft, combat	140
Standing, relaxed	70	1.2	Heavy vehicle	185
Walking (on level surface)				
3.2 km/h (0.9 m/s)	115	2.0	miscellaneous Occupational Activities	
4.3 km/h (1.2 m/s)	150	2.6	Cooking	95-115
6.4 km/h (1.8 m/s)	220	3.8	Housecleaning	115-200
Office Activities			Seated, heavy limb movement	130
Reading, seated	55	1.0	Machine work	
Writing	60	1.0	sawing (table saw)	105
Typing	65	1.1	light (electrical industry)	115-140
Filing, seated	70	1.2	heavy	235
Filing, standing	80	1.4	Handling 50-kg bags	235
Walking about	100	1.7	Pick and shovel work	235-280
Lifting/packing	120	2.1		
			miscellaneous Leisure Activities	
			Dancing, social	140-255
			Calisthenics/exercise	175-235
			Tennis, singles	210-270
			Basketball	290-440
			Wrestling, competitive	410-505

Compiled from various sources. For additional information, see Buskirk (1960), Passmore and Durnin (1967), and Webb (1964).

^a1 met = 58.2 W/m²

Fuente: Página 130 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo I. Cargas enfriamiento personas.

HORAS TOTALES EN EL RECINTO	HORAS DESPUÉS DE CADA ENTRADA AL RECINTO																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

Fuente: Página 637 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo J. Ganancias de calor de los electrodomésticos 1.

TIPO DE APARATO	ELECTRICOS				DE GAS				DE VAPOR			
	Sin campana			Con campana	Sin campana			Con campana	Sin campana			Con campana
	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible
Parilla o asador de 31 in x 20 in x 18 in					11700	6300	18000	3600				
Cafetera y calentador de café:												
Por quemador	770	230	1000	340								
Por calentador	230	70	300	90								
Cafetera:												
De 3 galones	2550	850	3400	1000	3500	1500	5000	1000	2180	1120	3300	1000
De 5 galones	3850	1250	5100	1600	5250	2250	7500	1500	3300	1700	5000	1600
De 8 galones (gemelas)	5200	1600	6800	2100	7000	3000	10000	2000	4350	2250	6600	2100
Freidor de grasa:												
Grasa #15	2800	6600	9400	3000	7500	7500	15000	3000				
Grasa #21	4100	9600	13700	4300								
Calentador de platillos secos por ft ²	320	80	400	130	560	140	700	140				
Plancha de freír por ft ²	3000	1600	4600	1500	4900	2600	7500	1500				
Comal (dos unidades de calentamiento)					5300	3600	8900	2800				
Estufa de ordenes rápidas					3200	1800	5000	1000				
Mesa de vapor					750	500	1250	250	500	325	825	260

Fuente: Página 598 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo K. Ganancias de calor de los electrodomésticos 2.

TIPO DE APARATO	ELECTRICOS				DE GAS				DE VAPOR			
	Sin campana			Con campana	Sin campana			Con campana	Sin campana			Con campana
	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible
Tostador Continuo:												
360 rebanadas/h	1960	1740	3700	1200	3600	2400	6000	1200				
720 rebanadas/h	2700	2400	5100	1600	6000	4000	10000	2000				
Con expulsor de 4 rebanadas	2230	1970	4200	1300								
Waflera de 18 in x 20 in x 13 in	1680	1120	2800	900								
Secador de pelo:												
Tipo ventilador	2300	400	2700									
Tipo casco	1870	330	2200									
Mecheros de laboratorio:												
De bunsen					1680	420	2100					
Cola de pescado					2800	700	3500					
De Meeker					3360	840	4200					
Anuncios de neón	60		60									
Esterilizador	650	1200	1850									
Máquinas expendedoras:												
De bebidas calientes			1200									
De bebidas frías			625									

Fuente: Página 598 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo L. CLF para equipos con campana.

HORAS TOTALES DE OPERACIÓN	HORAS DESPUES DE ENCENDIDO																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,27	0,4	0,25	0,18	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,28	0,41	0,51	0,59	0,39	0,3	0,24	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
6	0,29	0,42	0,52	0,59	0,65	0,70	0,48	0,37	0,3	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
8	0,31	0,44	0,54	0,61	0,66	0,71	0,75	0,78	0,55	0,43	0,35	0,3	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06
10	0,33	0,46	0,55	0,62	0,68	0,72	0,76	0,79	0,81	0,84	0,60	0,48	0,39	0,33	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08
12	0,36	0,49	0,58	0,64	0,69	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,88	0,64	0,51	0,42	0,36	0,31	0,26	0,23	0,2	0,18	0,15	0,13	0,12
14	0,40	0,52	0,61	0,67	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,67	0,54	0,45	0,38	0,32	0,28	0,24	0,21	0,19	0,16
16	0,45	0,57	0,65	0,70	0,75	0,78	0,81	0,84	0,86	0,87	0,19	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,69	0,56	0,46	0,39	0,34	0,29	0,25	0,22
18	0,52	0,63	0,70	0,75	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,71	0,58	0,48	0,41	0,35	0,3

Fuente: Página 639 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo M. CLF para equipos sin campana.

HORAS TOTALES DE OPERACIÓN	HORAS DESPUES DE PRENDIDO																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0,56	0,64	0,15	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,57	0,65	0,71	0,75	0,23	0,48	0,14	0,12	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
6	0,57	0,65	0,71	0,76	0,79	0,82	0,29	0,22	0,18	0,15	0,13	0,11	0,1	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
8	0,58	0,66	0,72	0,76	0,8	0,82	0,85	0,87	0,33	0,26	0,21	0,18	0,15	0,13	0,11	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
10	0,6	0,68	0,73	0,77	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,9	0,36	0,29	0,24	0,2	0,17	0,15	0,13	0,11	0,1	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05
12	0,62	0,69	0,75	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,38	0,31	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07
14	0,64	0,71	0,76	0,8	0,83	0,85	0,87	0,89	0,9	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95	0,4	0,32	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11	0,1
16	0,67	0,74	0,79	0,82	0,85	0,87	0,89	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,42	0,34	0,28	0,24	0,2	0,18	0,15	0,13
18	0,71	0,78	0,82	0,85	0,87	0,89	0,9	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98	0,43	0,35	0,29	0,24	0,21	0,18

Fuente: Página 637 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo N. Ganancia de calor para implementos de Hospitales.

Table 6 Recommended Heat Gain from Typical Medical Equipment

Equipment	Nameplate, W	Peak, W	Average, W
Anesthesia system	250	177	166
Blanket warmer	500	504	221
Blood pressure meter	180	33	29
Blood warmer	360	204	114
ECG/RESP	1440	54	50
Electrosurgery	1000	147	109
Endoscope	1688	605	596
Harmonical scalpel	230	60	59
Hysteroscopic pump	180	35	34
Laser sonics	1200	256	229
Optical microscope	330	65	63
Pulse oximeter	72	21	20
Stress treadmill	N/A	198	173
Ultrasound system	1800	1063	1050
Vacuum suction	621	337	302
X-ray system	968		82
	1725	534	480
	2070		18

Source: Hosni et al. (1999).

Fuente: Página 637 ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo O. Ganancia de calor para implementos de Laboratorios.

Table 7 Recommended Heat Gain from Typical Laboratory Equipment

Equipment	Nameplate, W	Peak, W	Average, W
Analytical balance	7	7	7
Centrifuge	138	89	87
	288	136	132
	5500	1176	730
Electrochemical analyzer	50	45	44
	100	85	84
Flame photometer	180	107	105
Fluorescent microscope	150	144	143
	200	205	178
Function generator	58	29	29
Incubator	515	461	451
	600	479	264
	3125	1335	1222
Orbital shaker	100	16	16
Oscilloscope	72	38	38
	345	99	97
Rotary evaporator	75	74	73
	94	29	28
Spectronics	36	31	31
Spectrophotometer	575	106	104
	200	122	121
	N/A	127	125
Spectro fluorometer	340	405	395
Thermocycler	1840	965	641
	N/A	233	198
Tissue culture	475	132	46
	2346	1178	1146

Source: Hosni et al. (1999).

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo P. Ganancia de calor para Tablet as.

Table 8C Recommended Heat Gain for Typical Tablet PC

Description	Nameplate Power, ^a W	Peak Heat Gain, ^b W
1.7 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	42
2.2 GHz processor, 16 GB RAM, $n = 1$	NA	40
2.3 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	30
2.5 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	31
Average 15-min peak power consumption (range)	36 (31-42)	

Source: Bach and Sarfraz (2017)

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo Q. Ganancia de calor para Computadores.

Table 8B Recommended Heat Gain for Typical Laptops and Laptop Docking Station

Equipment Description		Name-plate Power, ^a W	Peak Heat Gain, ^{b,c} W
Laptop computer	Manufacturer 1, 2.6 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	46
	Manufacturer 2, 2.4 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	59
Average 15-min peak power consumption (range)		53 (46-59)	
Laptop with docking station	Manufacturer 1, 2.7 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	38
	1.6 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 2$	NA	45
	2.0 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	50
	2.6 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	51
	2.4 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	40
	2.6 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	35
	2.7 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	59
	3.0 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 3$	NA	70
	2.9 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 3$	NA	58
	3.0 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	NA	128
	3.7 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	NA	63
3.1 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	NA	89	
Average 15-min peak power consumption (range)		61 (26-151)	

Table 8A Recommended Heat Gain for Typical Desktop Computers

Description	Name-plate Power, ^a W	Peak Heat Gain, ^{b,d} W
Manufacturer 1		
3.0 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	83
3.3 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 8$	NA	50
3.5 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 2$	NA	42
3.6 GHz processor, 16 GB RAM, $n = 2$	NA	66
3.3 GHz processor, 16 GB RAM, $n = 2$	NA	52
4.0 GHz processor, 16 GB RAM, $n = 1$	NA	83
3.3 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	84
3.7 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	750	116
	NA	102
3.5 GHz processor, 16 GB RAM, $n = 3^c$	550	144
	NA	93
Manufacturer 2		
3.6 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 8$	NA	80
3.6 GHz processor, 16 GB RAM, $n = 1$	NA	78
3.4 GHz processor, 32 GB RAM, $n = 1$	NA	72
3.4 GHz processor, 24 GB RAM, $n = 1$	NA	86
3.50 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	26
3.3 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	78
3.20 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	61
3.20 GHz processor, 4 GB RAM, $n = 1$	NA	44
2.93 GHz processor, 16 GB RAM, $n = 1$	NA	151
2.67 GHz processor, 8 GB RAM, $n = 1$	NA	137

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo R. Ganancia de calor para Impresoras.

Table 9 Recommended Heat Gain for Typical Printers

Equipment	Description	Max. Printing Speed, Pages per Minute	Name-plate Power, W	Peak Heat Gain, ^a W
Multifunction printer (copy, print, scan)	Large, multiuser, office type	40	1010	540 (Idle 29 W)
		30	1300	303 (Idle 116 W)
		28	1500	433 (Idle 28 W)
Average 15-min peak power consumption (range)		425 (303-540)		
	Multiuser, medium-office type	35	900	732 (Idle 18 W)
	Desktop, small-office type	25	470	56 (Idle 3 W)
Monochrome printer	Desktop, medium-office type	55	1000	222
		45	680	61
Average 15-min peak power consumption (range)		142 (61-222)		

Table 9 Recommended Heat Gain for Typical Printers

Equipment	Description	Max. Printing Speed, Pages per Minute	Name-plate Power, W	Peak Heat Gain, ^a W
Color printer	Desktop, medium-office type	40	620	120
Laser printer	Desktop, small-office type	14	310	89
		24	495	67
		26	1090	65
Average 15-min peak power consumption (range)		74 (65-89)		
Plotter	Manufacturer 1		1600	571
		Manufacturer 2	270	173
Average 15-min peak power consumption (range)		372 (173-571)		
Fax machine	Medium		1090	92
	Small		600	46
Average 15-min peak power consumption (range)		69 (46-92)		

Source: Bach and Sarfraz (2017)
^aApproximately 70% convective heat gain and 30% radiative heat gain.

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo S. Ganancia de calor para Monitores.

Table 8D Recommended Heat Gain for Typical Monitors

Description ^a	Name-plate Power, W	Peak Heat Gain, ^{b, c} W
Manufacturer 1		
1397 mm LED flat screen, <i>n</i> = 1 (excluded from average because atypical size)	240	50
686 mm LED flat screen, <i>n</i> = 2	40	26
546 mm LED flat screen, <i>n</i> = 2	29	25
Manufacturer 2		
1270 mm 3D LED flat screen, <i>n</i> = 1 (excluded from average because atypical size)	94	49
Manufacturer 3		
864 mm LCD curved screen, <i>n</i> = 1 (excluded from average because atypical size and curved)	130	48
584 mm LED flat screen, <i>n</i> = 3	50	17
584 mm LED flat screen, <i>n</i> = 1	38	21
584 mm LED flat screen, <i>n</i> = 1	38	14
Manufacturer 4		
610 mm LED flat screen, <i>n</i> = 1	42	25
Manufacturer 5		
600 mm LED flat screen, <i>n</i> = 1	26	17
546 mm LED flat screen, <i>n</i> = 1	29	22
Manufacturer 6		
546 mm LED flat screen, <i>n</i> = 1	28	24
Average 15-min peak power consumption (range)	21 (14-26)	

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo T. Ganancia de calor para Misceláneos.

Table 10 Recommended Heat Gain for Miscellaneous Equipment

Equipment	Nameplate Power, ^a W	Peak Heat Gain, ^b W
Vending machine		
Drinks, 280 to 400 items	NA	940
Snacks	NA	54
Food (e.g., for sandwiches)	NA	465
Thermal binding machine, 2 single documents up to 340 pages	350	28.5
Projector, resolution 1024 × 768	340	308
Paper shredder, up to 28 sheets	1415	265
Electric stapler, up to 45 sheets	NA	1.5
Speakers	220	15
Temperature-controlled electronics soldering station	95	16
Cell phone charger	NA	5
Battery charger		
40 V	NA	19
AA	NA	5.5

Table 10 Recommended Heat Gain for Miscellaneous Equipment

Equipment	Nameplate Power, ^a W	Peak Heat Gain, ^b W
Microwave oven, 25 to 34 L	1000 to 1550	713 to 822
Coffee maker		
Single cup	1400	385
Up to 12 cups	950	780
With grinder	1350	376
Coffee grinder, up to 12 cups	NA	73
Tea kettle, up to 6 cups	1200	1200
Dorm fridge, 88 L	NA	57
Freezer, 510 L	130	125
Fridge, 510 L	NA	387 to 430
Ice maker and dispenser, 9 kg bin capacity	NA	658
Top mounted bottled water cooler	NA	114 to 350
Cash register	25	9
Touch screen computer, 380 mm standard LCD and 2.2 GHz processor	NA	58
Self-checkout machine	NA	15

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo U. Ganancia de calor para motores eléctricos típicos.

POTENCIA DEL MOTOR	TIPO DE MOTOR	RPM NOMINAL	EFICIENCIA %	UBICACIÓN DEL MOTOR RESPECTO AL ESPACIO REFRIGERADO		
				A	B	C
				MOTOR Y EQUIPO DENTRO	MOTOR FUERA Y EQUIPO DENTRO	MOTOR DENTRO Y EQUIPO FUERA
0,05	Shaded Pole	1500	35	360	130	240
0,08	Shaded Pole	1500	35	580	200	380
0,125	Shaded Pole	1500	35	900	320	590
0,16	Shaded Pole	1500	35	1160	400	760
0,25	Split Phase	1750	54	1180	640	540
0,33	Split Phase	1750	56	1500	840	660
0,5	Split Phase	1750	60	2120	1270	850
0,75	Trifásico	1750	72	2650	1900	740
1	Trifásico	1750	75	3390	2550	850
1,5	Trifásico	1750	77	4960	3820	1140
2	Trifásico	1750	79	6440	5090	1350
3	Trifásico	1750	81	9430	7640	1790
5	Trifásico	1750	82	15500	12700	2790
7,5	Trifásico	1750	84	22700	19100	3640
10	Trifásico	1750	85	29900	24500	4490
15	Trifásico	1750	86	44400	38200	6210
20	Trifásico	1750	87	58500	50900	7610
25	Trifásico	1750	88	72300	63600	8680
30	Trifásico	1750	89	85700	76350	9440
40	Trifásico	1750	89	114000	102000	12600
50	Trifásico	1750	89	143000	127000	15700
60	Trifásico	1750	89	172000	153000	18900
75	Trifásico	1750	90	212000	191000	21200
100	Trifásico	1750	90	283000	255000	28300
125	Trifásico	1750	90	353000	318000	35300
150	Trifásico	1750	91	420000	382000	37800
200	Trifásico	1750	91	559000	509000	50300
250	Trifásico	1750	91	699000	636000	62900

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

Anexo V. Factor Balastro.

WATTS DE LA LAMPARA	Nº DE LAMPARAS POR CUARTO	F_{sa}
35	1	1.30
40		
35	2	1.20
40		
60	1	1.30
75		
60	2	1.20
75		
110	1	1.25
110	2	1.07
160	1	1.15
160	2	1.08
185	1	1.08
215		
185	2	1.06
215		

Fuente: ASHRAE. *Fundamentals Handbook*. (1997). Disponible: Presentaciones de clase del profesor David Fuentes.

